ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MARS 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** communique le télégramme suivant reçu, de la part de M. le Dr Jean Charcot, par le journal *Le Matin* :

Puerto-Madryn, 4 mars, 11h50m matin.

Nous sommes tous en bonne santé. Notre hivernage à l'île Wandel nous a permis d'exécuter dans de bonnes conditions tous nos travaux scientifiques. Un raid nous a permis d'élucider la question du détroit de Bismarck; nous avons reconnu la terre Alexandre, mais les glaces la rendaient absolument inabordable.

Nous avons exploré plusieurs points inconnus de la terre de Graham, malgré un échouage causant à notre navire de sérieuses avaries.

La côte, auparavant inconnue, a été par nous suivie d'une façon continue et nous avons pu en relever le contour extérieur.

Nous avons ensuite reconnu l'archipel Palmer, et maintenant nous rentrons nous reposer à Buenos-Ayres.

Prière de transmettre cette dépêche à l'Académie des Sciences et à la Société de Géographie, l'argent liquide nous manquant pour leur envoyer directement nos salutations et nos remercîments.

J'espère que vous serez satisfait de nos travaux.

Jean Charcot.

Le **Président** ajoute ce qui suit :

La dépêche qui nous annonce l'heureuse issue de l'expédition Charcot nous fait entrevoir qu'elle a réalisé de nombreuses et intéressantes observations pendant son hivernage dans les régions antarctiques.

L'Académie des Sciences sera heureuse d'enregistrer les résultats scientifiques que les intrépides explorateurs ne tarderont pas à nous faire connaître.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les trajectoires orthogonales d'une famille de surfaces.* Note de M. GASTON DARBOUX.

1. Dans une Note placée à la suite d'une Communication de M. S. Carrus (p. 211 de ce Tome), j'ai présenté quelques remarques relatives à l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui définit les surfaces dont les trajectoires orthogonales sont planes. Je me propose aujourd'hui de montrer que ces remarques se rattachent à une théorie générale et peuvent être étendues aux cas où les trajectoires orthogonales de la famille de surfaces considérée doivent satisfaire à des conditions très variées.

Soit

$$f(x, y, z) = \text{const.} \tag{1}$$

l'équation en coordonnées rectangulaires d'une famille de surfaces. Si l'on introduit, comme je l'ai déjà fait, une variable auxiliaire t, les trajectoires orthogonales de la famille seront définies par les équations aux dérivées partielles

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\partial f}{\partial x}, \quad \frac{dy}{dt} = \frac{\partial f}{\partial y}, \quad \frac{dz}{dt} = \frac{\partial f}{\partial z}. \tag{2}$$

Cela posé, considérons une surface déterminée φ, définie par l'équation

$$\varphi(x, y, z, a_1, a_2, \ldots, a_n) = 0, \tag{3}$$

qui contient n paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$. La surface φ sera, par exemple, un plan, une sphère, une quadrique, etc., assujettis ou non à certaines conditions. Proposons-nous de disposer des paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$ de telle manière que la surface φ ait, avec une des trajectoires orthogonales des surfaces définies par l'équation (1), le contact le plus élevé possible. On déterminera ainsi ce que l'on appelle d'ordinaire les *surfaces φ osculatrices aux trajectoires.* Si l'on désigne par le symbole Δ l'opération

$$\Delta = \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z}\frac{\partial}{\partial z}$$

et si l'on pose

$$\varphi_i = \Delta\varphi_{i-1} = \frac{d\varphi_{i-1}}{dt}, \tag{4}$$

les paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$ de la surface φ osculatrice, au point (x, y, z), à la trajectoire orthogonale qui passe en ce point devront satisfaire aux équations

$$(5) \qquad \varphi = 0, \qquad \varphi_1 = 0, \qquad \ldots, \qquad \varphi_{n-1} = 0$$

qui les détermineront en général. *Ces paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$ deviendront ainsi des fonctions de x, y, z et des dérivées des $n-1$ premiers ordres de f.*

2. Cela posé, proposons-nous de chercher toutes les familles de surfaces f pour lesquelles la surface osculatrice φ est la même pour tous les points de chaque trajectoire orthogonale, c'est-à-dire pour lesquelles chaque trajectoire orthogonale est sur une des surfaces φ définies par l'équation (3).

S'il en est ainsi, on pourra évidemment ajouter aux équations (5) les suivantes, en nombre indéfini,

$$\varphi_n = 0, \qquad \varphi_{n+1} = 0, \qquad \ldots.$$

Nous allons voir qu'il suffit d'adjoindre la première

$$(6) \qquad \varphi_n = 0,$$

et qu'en portant dans cette équation les valeurs de $a_1, a_2, \ldots, a_n$ déduites des équations (5), on aura l'équation aux dérivées partielles du $n^{\text{ième}}$ ordre,

$$(7) \qquad \Omega = 0,$$

qui donnera la solution du problème proposé.

En effet, reprenons les équations (5) et appliquons à chacune d'elles l'opération que nous avons désignée par le symbole Δ. En tenant compte de ces équations elles-mêmes, nous serons conduits au système suivant :

$$(8) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\varphi}{\partial a_1}\Delta a_1 + \ldots + \dfrac{\partial\varphi}{\partial a_n}\Delta a_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{\partial\varphi_i}{\partial a_1}\Delta a_1 + \ldots + \dfrac{\partial\varphi_i}{\partial a_n}\Delta a_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_1}\Delta a_1 + \ldots + \dfrac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_n}\Delta a_n = -\varphi_n, \end{cases}$$

et l'on voit que, tant que le déterminant

$$(9) \qquad D = \left|\frac{\partial\varphi_i}{\partial a_k}\right| \qquad \begin{matrix} (i = 0, 1, 2, \ldots, n-1) \\ (k = 1, 2, 3, \ldots, n) \end{matrix}$$

ne sera pas nul, l'équation (6) entraînera cette conséquence qu'en chaque point de l'espace on aura

$$\Delta a_i = \frac{da_i}{dt} = 0,$$

c'est-à-dire que les fonctions a_i demeureront constantes lorsqu'on se déplacera sur une même trajectoire orthogonale.

Ainsi, *toutes les solutions de l'équation* (7) *pour lesquelles le déterminant* D *ne s'annule pas donneront des solutions du problème proposé.*

3. De là résulte immédiatement un mode de détermination de ces solutions qui constitue une véritable intégration partielle de l'équation (7). Puisque les fonctions $a_1, a_2, \ldots, a_n$ demeurent constantes en tous les points d'une même trajectoire et ne dépendent par conséquent que des deux paramètres qui suffisent à déterminer cette trajectoire, il est clair qu'elles sont toutes fonctions de deux quelconques d'entre elles et qu'en établissant, par exemple, $n-2$ relations

$$(10) \qquad a_i = \theta_i(a_1, a_2) \qquad (i = 3, 4, \ldots, n),$$

on aura $n-2$ intégrales premières de l'équation (7). C'est là un résultat très intéressant, mais il est inutile de s'y arrêter. Il vaut mieux porter les valeurs $\theta_i(a_1, a_2)$ de $a_3, \ldots, a_n$ dans l'équation (3) qui prendra la forme

$$(11) \qquad \Phi(x, y, z, a_1, a_2) = 0,$$

et comme cette nouvelle équation ne contient plus que *deux* constantes, on voit que *la solution du problème proposé sera ramenée à l'intégration de l'équation du second ordre que l'on obtient en éliminant* a_1, a_2 *entre l'équation* (11) *et les deux suivantes*

$$\Delta\Phi = 0, \qquad \Delta^2\Phi = 0.$$

Nous avons effectué ainsi, en introduisant $n-2$ fonctions arbitraires, $n-2$ intégrations successives de l'équation proposée (7).

4. Dans la discussion qui précède, nous avons négligé les solutions de l'équation (7) pour lesquelles le déterminant D serait nul. Il est facile de voir qu'il existe en général de pareilles solutions.

Remarquons d'abord que, si l'on porte les valeurs de $a_1, a_2, \ldots, a_n$ déterminées par les équations (5) dans le déterminant D, la relation

$$(12) \qquad D = 0$$

deviendra une véritable équation du $(n-1)^{\text{ième}}$ ordre à laquelle devra satisfaire la fonction f. Je dis que les solutions de cette équation appartiendront en général à l'équation (7).

En effet, reprenons les identités (8) et supposons que, pour la solution considérée de l'équation (12), un au moins des déterminants de la matrice

$$\left|\frac{\partial\varphi_i}{\partial a_k}\right| \qquad \begin{array}{l} i=0,\ 1,\ 2,\ \ldots,\ n-2, \\ k=1,\ 2,\ \ldots,\ n, \end{array}$$

ne soit pas nul. Alors les rapports mutuels de Δa_1, Δa_2, ..., Δa_n seront déterminés par les $n-1$ premières équations (8) et, en vertu de l'équation (12), ces rapports mutuels satisferont aussi à l'équation

$$\frac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_1}\Delta a_1 + \ldots + \frac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_n}\Delta a_n = 0,$$

qui donne

$$\varphi_n = 0.$$

Ainsi *toutes les solutions considérées de l'équation* (12) *satisferont à l'équation* (7).

5. Il nous reste maintenant à donner la signification géométrique de l'équation (12). Pour cela on remarquera qu'elle résulte de l'élimination des a_i et des Δa_i entre les équations

$$\varphi_i = 0, \qquad \sum_k \frac{\partial\varphi_i}{\partial\alpha_k}\Delta a_k = 0 \qquad (i=0,\ 1,\ 2,\ \ldots,\ n-1).$$

On peut écrire ces équations comme il suit.

Remplaçons Δa_k par a'_k et posons

$$(13) \qquad \psi = \frac{\partial\varphi}{\partial a_1}a'_1 + \frac{\partial\varphi}{\partial a_2}a'_2 + \ldots + \frac{\partial\varphi}{\partial a_n}a'_n;$$

il faudra éliminer les a_i et les a'_i entre les équations

$$\begin{array}{llll} \varphi = 0, & \varphi_1 = 0, & \ldots, & \varphi_{n-1} = 0, \\ \psi = 0, & \psi_1 = 0, & \ldots, & \psi_{n-1} = 0 \end{array}$$

dont l'interprétation est évidente. Elles expriment que la courbe définie par les équations

$$\varphi = 0, \qquad \psi = 0,$$

c'est-à-dire l'intersection des deux surfaces φ infiniment voisines, a un contact du $(n-1)^{\text{ième}}$ ordre avec la trajectoire orthogonale.

Ainsi *l'équation aux dérivées partielles* (12) *définit les familles de surfaces dont les trajectoires orthogonales peuvent avoir un contact du* $(n-1)^{\text{ième}}$ *ordre avec l'intersection de deux surfaces infiniment voisines appartenant à l'ensemble des surfaces définies par l'équation* (3).

6. $a_1, a_2, \ldots, a_n$ désignant toujours les fonctions des dérivées des $n-1$ premiers ordres de f, définies par les équations (5), l'analyse précédente conduit à l'intégration de l'équation aux dérivées partielles du $(n-1^{\text{ième}})$ ordre

$$F(a_1, a_2, \ldots, a_n) = 0$$

et même à celle des équations simultanées qu'on obtient en prenant plusieurs relations de cette nature. Nous n'insisterons pas sur ces détails et nous nous contenterons de faire remarquer qu'il y aurait lieu de faire subir quelques modifications aux résultats précédents dans certains cas particuliers, par exemple, si l'équation (3) était linéaire par rapport aux constantes a_i. Alors l'équation (12) est remplacée par deux équations qui ne sont pas toujours compatibles.

OPTIQUE. — *Formule rationnelle du coefficient de l'absorption de la lumière par un corps translucide quelconque*. Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Le coefficient de l'absorption de la lumière par un corps translucide quelconque prend une forme extrêmement simple, à la fois rationnelle et exacte, quand on évalue le trajet δ du rayon lumineux dans le corps par le *temps t* qu'emploie la lumière à le parcourir, quotient du chemin δ par la vitesse r du rayon. J'ai montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 13 février 1905, p. 401) que l'amplitude du mouvement vibratoire est proportionnelle à une certaine exponentielle e^{-fu}, égale à $e^{-(f\cos V)\delta}$ ou enfin à $e^{-(fr\cos V)t}$, u désignant la distance du point quelconque (x, y, z) atteint par le mouvement au plan de la face d'entrée de la lumière dans le corps; et que l'on a la formule

$$f\cos V = r(a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2),$$

dans laquelle l', m', n' sont les cosinus directeurs de la vibration par rapport aux demi-axes $\frac{1}{\sqrt{a'}}$, $\frac{1}{\sqrt{b'}}$, $\frac{1}{\sqrt{c'}}$ de l'ellipsoïde d'absorption.

Appelons $\mathfrak{f}$ le nouveau coefficient, $fr\cos V$, d'absorption. Il viendra donc

$$(1) \qquad \mathfrak{f} = r^2(a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2).$$

II. Or soient l'_1, m'_1, n'_1, comme dans la même Note, les cosinus directeurs, *par rapport aux axes de l'onde courbe de Fresnel,* de la projection du rayon r de cette onde sur le plan tangent mené à l'extrémité du même rayon ; ω la perpendiculaire tirée du centre de l'onde courbe au même plan tangent et ε son petit angle avec le rayon r; enfin, $\mathfrak{l}', \mathfrak{m}', \mathfrak{n}'$ les cosinus directeurs, encore par rapport aux axes de l'onde courbe, de la vibration qui, perpendiculaire au rayon r dans le plan de r et de ω, fait également l'angle ε avec la projection (l'_1, m'_1, n'_1). On sait, par une propriété caractéristique de l'ellipsoïde inverse (dit *d'élasticité*), que

$$(2) \qquad \omega^2 = a^2 l_1'^2 + b^2 m_1'^2 + c^2 n_1'^2;$$

et, d'autre part, les cosinus directeurs de la vibration étant proportionnels à $a^2 l'_1$, $b^2 m'_1$, $c^2 n'_1$, on a aussi

$$(\mathfrak{l}', \mathfrak{m}', \mathfrak{n}') = \frac{(a^2 l'_1,\ b^2 m'_1,\ c^2 n'_1)}{\sqrt{a^4 l_1'^2 + b^4 m_1'^2 + c^4 n_1'^2}};$$

d'où

$$(3) \qquad \cos\varepsilon = \mathfrak{l}' l'_1 + \mathfrak{m}' m'_1 + \mathfrak{n}' n'_1 = \frac{a^2 l_1'^2 + b^2 m_1'^2 + c^2 n_1'^2}{\sqrt{a^4 l_1'^2 + b^4 m_1'^2 + c^4 n_1'^2}}.$$

L'inverse du rayon r, $\frac{\cos\varepsilon}{\omega}$, aura donc pour carré

$$\frac{1}{r^2} = \frac{a^2 l_1'^2 + b^2 m_1'^2 + c^2 n_1'^2}{a^4 l_1'^2 + b^4 m_1'^2 + c^4 n_1'^2},$$

ou bien, en substituant à l'_1, m'_1, n'_1, dans cette formule homogène du degré zéro en l'_1, m'_1, n'_1, les quotients respectifs, proportionnels, de $\mathfrak{l}', \mathfrak{m}', \mathfrak{n}'$ par a^2, b^2, c^2,

$$(4) \qquad \frac{1}{r^2} = \frac{\mathfrak{l}'^2}{a^2} + \frac{\mathfrak{m}'^2}{b^2} + \frac{\mathfrak{n}'^2}{c^2}.$$

Ainsi, *le carré r^2 d'un rayon quelconque de l'onde de Fresnel a pour inverse une fonction linéaire des trois carrés $\mathfrak{l}'^2$, $\mathfrak{m}'^2$, $\mathfrak{n}'^2$ des cosinus directeurs de la vibration correspondante.*

III. Éliminons r^2, par (4), de l'expression (1) du coefficient $\mathfrak{f}$ d'absorp-

tion ; et il viendra

$$(5)\qquad \mathfrak{f} = \frac{a' l'^2 + b' m'^2 + c' n'^2}{\dfrac{\mathfrak{l}'^2}{a^2} + \dfrac{\mathfrak{m}'^2}{b^2} + \dfrac{\mathfrak{n}'^2}{c^2}}.$$

Le coefficient $\mathfrak{f}$ *d'absorption est* donc *une fonction rationnelle et homogène, du degré zéro, à numérateur et dénominateur linéaires, des six carrés* l'^2, m'^2, n'^2, $\mathfrak{l}'^2$, $\mathfrak{m}'^2$, $\mathfrak{n}'^2$ *des cosinus directeurs de la vibration, par rapport aux axes tant de l'ellipsoïde d'absorption, que de l'onde courbe de Fresnel.*

Cette expression peut, à raison de la petitesse des différences relatives existant, dans les corps, entre a, b et c, être remplacée par une autre, seulement approchée, mais *entière*. Dans l'identité classique

$$(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2)(\alpha'^2+\beta'^2+\gamma'^2) = (\alpha\alpha'+\beta\beta'+\gamma\gamma')^2 + (\beta\gamma'-\gamma\beta')^2 + (\gamma\alpha'-\alpha\gamma')^2 + (\alpha\beta'-\beta\alpha')^2,$$

faisons

$$\alpha = a\mathfrak{l}', \qquad \beta = b\mathfrak{m}', \qquad \gamma = c\mathfrak{n}' \qquad \text{et} \qquad \alpha' = \frac{\mathfrak{l}'}{a}, \qquad \beta' = \frac{\mathfrak{m}'}{b}, \qquad \gamma' = \frac{\mathfrak{n}'}{c}.$$

Le premier terme du second membre vaudra 1 ; et les trois derniers, devenus $\left(\frac{b}{c} - \frac{c}{b}\right)^2 \mathfrak{m}'^2\mathfrak{n}'^2, \ldots$, seront négligeables, comme étant du *second* ordre. On aura donc

$$(a^2\mathfrak{l}'^2 + b^2\mathfrak{m}'^2 + c^2\mathfrak{n}'^2)\left(\frac{\mathfrak{l}'^2}{a^2} + \frac{\mathfrak{m}'^2}{b^2} + \frac{\mathfrak{n}'^2}{c^2}\right) = 1 ;$$

ce qui permettra bien de donner à l'expression (5) de $\mathfrak{f}$ la forme *entière*, très approchée,

$$(6)\qquad \mathfrak{f} = (a^2\mathfrak{l}'^2 + b^2\mathfrak{m}'^2 + c^2\mathfrak{n}'^2)(a' l'^2 + b' m'^2 + c' n'^2).$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude des 1-méthyl-4-benzylcyclohexanols et 1-méthyl-4-dibenzylcyclohexanol.* Note de MM. **A. Haller** et **F. March**.

A la suite de recherches de l'un de nous ([1]) sur les produits de condensation des aldéhydes aromatiques avec le camphre sodé, produits parmi

---

([1]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22.

lesquels le benzylidènecamphre $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}C=CH-C^6H^5\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$ constitue le type le plus simple, M. Wallach [1] a effectué des condensations analogues entre l'aldéhyde benzoïque et quelques cétones cycliques renfermant les unes, comme le camphre, le groupement $\begin{matrix}R'-CH^2\\ |\quad\quad |\\ CR-CO\end{matrix}$ tandis que d'autres étaient caractérisées par le complexe $\begin{matrix}R-CH^2\\ |\quad\quad |\\ CH^2-CO\end{matrix}$. Les corps du premier groupe se combinent tous avec une seule molécule d'aldéhyde aromatique, tandis que les seconds sont susceptibles de se condenser, soit avec 1^{mol} seulement, soit avec 2^{mol} d'aldéhyde. C'est ainsi que la β-méthylcyclohexanone a fourni à M. Wallach les deux combinaisons

$$\begin{matrix} & CH^3 & \\ & | & \\ & CH & \\ H^2C & \diagup\diagdown & CH^2 \\ H^2C & \diagdown\diagup & CO \\ & C & \\ & \| & \\ & CH.C^6H^5 & \end{matrix} \qquad\qquad \begin{matrix} & CH^3 & \\ & | & \\ & CH & \\ H^2C & \diagup\diagdown & C=CHC^6H^5 \\ H^2C & \diagdown\diagup & CO \\ & C & \\ & \| & \\ & CHC^6H^5 & \end{matrix}$$

Nous devons ajouter que la constitution du premier de ces composés n'a été fixée qu'à la suite des recherches de M. Tétry [2].

Les dérivés monosubstitués $R\left\langle\begin{matrix}C=CHC^6H^5\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$ ainsi obtenus présentaient la plus grande analogie chimique et de constitution avec les benzylidènecamphres. Comme ces derniers, une réduction ménagée les transforme d'abord en cétones benzylées, tandis qu'une réduction plus énergique les convertit en alcools benzylés.

La benzylidèneméthylcyclohexanone a pu être réduite d'abord en benzylméthylcyclohexanone [2], puis en benzylméthylcyclohexanol [1]. Comme on le verra dans la suite de ce Mémoire, il en est de même de la dibenzylidèneméthylcyclohexanone.

A ce mode de formation de ces hexanols substitués nous pouvons ajouter celui qui consiste à traiter la méthylhexanone par du benzylate de sodium à une température de 220° à 225° pendant 24 heures. On obtient dans ces

---

(1) Wallach, *Ber. der deut. chem. Ges.*, t. XXIX, 1896, p. 1596 et p. 2955.
(2) L. Tétry, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 305.

conditions, outre du benzoate de soude, un mélange des dérivés monobenzylé et dibenzylé suivant l'équation :

$$3\ \begin{array}{c}CH^3\\ |\\ CH\\ H^2C\diagup\ \diagdown CH^2\\ H^2C\diagdown\ \diagup CO\\ CH^2\end{array} + 4C^6H^5.CH^2ONa + 4C^6H^5.CH^2OH$$

$$= 2\ \begin{array}{c}CH^3\\ |\\ CH\\ H^2C\diagup\ \diagdown CH^2\\ H^2C\diagdown\ \diagup CHOH\\ CH.CH^2C^6H^5\end{array} + \begin{array}{c}CH^3\\ |\\ CH\\ H^2C\diagup\ \diagdown CH - CH^2.C^6H^5\\ H^2C\diagdown\ \diagup CHOH\\ CH - CH^2.C^6H^5\end{array} + 4C^6H^5.CO^2Na + H^6.$$

On sépare ces dérivés par une série de distillations fractionnées et de cristallisations.

Préparation. — 85^g de β-méthylcyclohexanone sont chauffés à 220°-225° pendant 24 heures, avec 350^g d'alcool benzylique tenant en dissolution 16^g de sodium. Après refroidissement la masse est reprise par l'eau et agitée avec de l'éther. On sépare les deux couches et l'on traite la liqueur aqueuse par de l'acide sulfurique qui précipite environ 50^g d'acide benzoïque.

La solution éthérée est distillée et le résidu est fractionné dans le vide. On obtient : 1° de 100° à 114° (sous 26^{mm}) de l'alcool benzylique; 2° de 114° à 180° (sous 21^{mm}) une fraction peu importante; 3° de 180° à 187° (sous 21^{mm}) une portion assez considérable (48^g); 4° de 187° à 200° (sous 21^{mm}) environ 28^g; 5° de 200 à 240° (sous 21^{mm}) environ 10^g; 6° de 240° à 265° et surtout de 255° à 258° une nouvelle portion importante (35^g).

Les différentes portions distillant de 180° à 187° se sont solidifiées au bout de quelques jours en une masse transparente qu'il a été impossible de faire cristalliser. Sublimée dans le vide elle fournit en petites quantités une masse cotonneuse et amorphe. Le résidu rectifié à plusieurs reprises fournit finalement un liquide bouillant à 170° sous 16^{mm}, qui se solidifie bientôt en une masse gommeuse blanche et semi-transparente.

Récemment préparé ce produit fond vers 50°; mais, en prenant le point de fusion longtemps après sa préparation, on a observé par refroidissement sur la surface du mercure la formation d'un corps cristallisé. On a alors broyé la masse avec de l'éther de pétrole, qui dissout une huile, et l'on a essoré le produit blanc obtenu. On le redissout dans le moins possible

d'éther bouillant et l'on abandonne la solution dans un vase conique. Au bout de quelque temps il se dépose des cristaux, souvent assez gros, limpides, tandis que sur les parois grimpe une masse amorphe et blanche. Après plusieurs cristallisations fractionnées on parvient finalement à isoler des prismes fusibles de 101°,5 à 102°, dont la composition répond à la formule $C^{14}H^{20}O$.

C'est le 1-*méthyl-4-benzyl-3-cyclohexanol*. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $[\alpha]_D = -53°21'$.

Les différentes portions amorphes séparées du produit précédent ont été dissoutes dans le benzène bouillant. Il se dépose par refroidissement un produit blanc, fusible à 79°-80° et dont une nouvelle cristallisation dans l'éther n'élève pas le point de fusion. Ce composé donne à l'analyse les mêmes nombres que le produit cristallisé dont il constitue sans aucun doute un stéréoisomère.

Wallach a décrit jadis un 1-méthyl-4-benzyl-3-cyclohexanol [1], obtenu par réduction de la benzylidèneméthylcyclohexanone au moyen de l'alcool absolu et du sodium, et auquel il a attribué le point de fusion 97°. Nous avons reproduit ce composé, en nous plaçant dans les mêmes conditions que le savant allemand, et avons constaté qu'en soumettant l'alcool obtenu à une série de purifications et de cristallisations, on obtient des cristaux identiques aux nôtres, fondant à 101°,5-102°.

Le même corps a encore été préparé en chauffant à l'ébullition, pendant 16 heures, 23^g de méthylcyclohexanol avec 4^g de sodium en présence de 50^g de toluène et additionnant peu à peu le mélange de 22^g d'aldéhyde benzoïque après disparition de la totalité du sodium. Après avoir maintenu le mélange à l'ébullition pendant 2 heures, on traite par de l'eau et l'on épuise avec de l'éther. La solution aqueuse contient du benzoate de soude, tandis que la liqueur éthérée fournit après rectification un produit huileux, distillant de 150° à 230° sous 16^{mm}, qui, soumis au même traitement que les huiles obtenues dans les opérations précédentes, finit par donner des cristaux fondant à 101°,5-102° dont l'analyse conduit à la formule $C^{14}H^{20}O$ qui est celle du méthylbenzylcyclohexanol.

Méthyl-1-dibenzyl-2.4-cyclohexanol-3 : $C^{21}H^{26}O$. — La fraction 240°-265° sous 21^{mm} de la préparation que nous avons donnée plus haut se présente sous la forme d'un produit jaune, visqueux, extrêmement épais, sans

---

[1] O. Wallach, *D. chem. Ges.*, t. XXIX, p. 2955.

se solidifier pourtant. Redistillée, elle passe en majeure partie à 257°-258° sous 21mm avec une portion peu importante 259°-262°.

L'analyse de ce produit fournit des nombres correspondant à la formule du méthyldibenzylcyclohexanol. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool $[\alpha]_D = -10°5'$.

Cet alcool correspond sans aucun doute à la dibenzylidèneméthylcyclohexanone décrite par M. O. Wallach puis par M. Tétry (*loc. cit.*).

En soumettant ce dérivé dibenzylidénique à l'action réductrice du sodium et de l'alcool absolu, nous avons en effet isolé une huile qui distille à 246°-248° sous 13mm et qui a la composition et le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -10°22'$ du produit obtenu par action directe du benzylate de sodium sur la méthylhexanone.

En résumé, ces recherches, ainsi que celles qui ont fait l'objet de notre précédente Note, montrent qu'à haute température et vis-à-vis des alcools sodés, la méthylcyclohexanone se comporte autrement que le camphre, dans les conditions où l'on a opéré.

En effet, tandis que le camphre fournit avec le benzylate de sodium du *benzylcamphre* ([1]) avec très peu d'un produit visqueux, la méthylcyclohexanone donne naissance, dans les mêmes conditions, à un mélange de méthylbenzyl- et méthyldibenzylhexanols, c'est-à-dire aux dérivés mono et disubstitués du méthylhexanol. Il se produit donc dans cette réaction tout à la fois une substitution et une hydrogénation, alors qu'avec le camphre on n'observe qu'une substitution.

On pourrait être tenté d'assimiler cette réaction à celle observée par M. Guerbet sur certains alcools aliphatiques sodés $R.CH^2CH^2OH$ qui donnent naissance, quand on les chauffe, à une nouvelle série d'alcools substitués $R.CH\left\langle\begin{matrix}CH^2OH\\ CH^2-CH^2R\end{matrix}\right.$, mais des essais effectués avec le *méthylcyclohexanol* et l'alcool isobutylique sodé n'ont abouti à aucune condensation.

Une autre partie de ce travail montre en outre qu'alors que l'aldéhyde benzoïque convertit le bornéol sodé ([2]) en benzylidènecamphre

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}C = CHC^6H^5\\ |\\ CO\end{matrix}\right. ,$$

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1490.
(2) A. Haller, *Ibid.*, t. CXXX, p. 688.

il fournit avec le méthylhexanol du méthylbenzylhexanol, c'est-à-dire le produit de réduction ultime de la benzylidèneméthylhexanone, l'analogue du benzylidènecamphre.

ZOOLOGIE. — Eumedon convictor, *Crabe commensal d'un Oursin.* Note de MM. **E.-L. Bouvier** et **G. Seurat.**

Le commensalisme est rare chez les Crabes du groupe des Parthénopiens; à notre connaissance, on ne l'a signalé jusqu'ici que dans les *Zebrida*, où il est absolument externe, le Crustacé se tenant entre les baguettes d'un Oursin dont il prend la coloration. Grâce aux recherches effectuées par l'un de nous dans les récifs de l'archipel des Gambier, nous sommes en mesure d'affirmer qu'une espèce au moins d'*Eumedon* se rapproche des *Zebrida* par ses habitudes, d'ailleurs avec un commensalisme beaucoup plus étroit, le Crabe s'engageant presque tout entier dans la région apicale de son hôte, qui est ici encore un Oursin à longues baguettes, très probablement l'*Echinothrix turcarum* (¹). Nous désignerons cette espèce nouvelle sous le nom d'*Eumedon convictor* qui rappelle ses mœurs toutes particulières.

L'*Eumedon convictor* est très voisin de l'*E. pentagonus* décrit par A. Milne-Edwards sur des exemplaires de l'île Maurice, et qui se trouve également en Nouvelle-Guinée, d'après des notes manuscrites laissées par l'éminent zoologiste. Comme cette dernière espèce, il présente une carapace franchement pentagonale dont l'un des sommets, beaucoup plus saillant que les autres, n'est rien autre chose que le rostre du Crustacé; les pattes sont aussi à peu près semblables dans les deux espèces, notamment celles de la première paire qui sont armées d'une forte dent sur le bord antéro-interne du méropodite, d'une dent non moins puissante sur le carpe, et d'une troisième sur le bord supérieur de la pince, près de l'articulation du doigt mobile. Toutefois notre espèce peut se distinguer de l'*E. pentagonus* : 1° par son rostre plus étroit et totalement dépourvu d'échancrure terminale; 2° par sa carapace un peu convexe dorsalement, assez irrégulière,

(¹) Cette détermination provisoire est due à M. Joubin, professeur au Muséum; elle est exacte au point de vue générique, mais douteuse en ce qui concerne l'espèce, car elle a été faite au moyen d'un seul piquant.

à peu près lisse, et dépourvue en tout cas des ponctuations nombreuses et fortes qui caractérisent l'*E. pentagonus;* 3° par la position de ses pédoncules oculaires qui, au lieu d'atteindre les bords de la carapace, sont franchement ventraux et absolument cachés quand on examine le Crabe par la face dorsale; 4° par ses pattes ambulatoires fort peu comprimées, dépourvues d'angle saillant sur le bord antérieur du méropodite et à peu près démunies de poils dans toute leur étendue, même sur la région des doigts.

L'*Eumedon convictor* a été capturé par l'un de nous dans le lagon de Hao, en face le village d'Otepa, sur les récifs découverts aux fortes marées. Il vit en commensalisme étroit avec le *Vana* (*Echinothrix turcarum*), Oursin remarquable par ses aiguilles longues et grêles, qui peuvent produire des blessures très douloureuses.

Bien protégé par cette forêt de dards, qui ne lui sert pas moins qu'à son hôte, il s'enfonce toujours dans la région anale de ce dernier, où il occupe une vaste poche sans doute produite par une invagination du revêtement tégumentaire. Au premier abord, notre Crabe semble un parasite interne, bien plutôt qu'un commensal; mais il n'a aucun rapport avec la cavité de l'Oursin, tandis que le sac où il s'abrite communique avec l'extérieur par un orifice où l'on voit saillir le rostre; quand on tracasse l'Oursin, le Crabe se montre davantage et cherche à sortir par cet orifice.

En somme, les relations de l'*Eumedon convictor* avec son hôte sont à peu près les mêmes que celles d'un Isopode cymothoadien, l'*Ichthyoxenos Jellinghausi* Herklots, avec un Poisson d'eau douce javanais, le *Pontius maculatus;* elles sont aussi fort analogues à celles qu'un petit Copépode, le *Pionodesmotes phormosomæ* J. Bonnier, contracte avec les parois tégumentaires d'un Oursin, le *Phormosoma uranus;* comme l'ont montré les belles recherches de MM. Giard et Bonnier, c'est également par un processus d'invagination que les Epicarides entonisciens se mettent en relation avec les Crabes qu'ils parasitent.

En isolant à divers degrés du milieu extérieur et en établissant des relations plus étroites avec l'hôte, la claustration provoque nécessairement un commensalisme étroit et se prête mieux que tout autre mode à l'établissement du parasitisme. On sait à quel point ce dernier est intense chez les Entonisciens et combien sont réduites les relations de ces Epicarides avec le monde extérieur; chez l'*Ichthyxenos,* où l'isolement est déjà moins profond, les effets du parasitisme sont beaucoup moins accentués et se manifestent surtout par l'empâtement des formes et une croissance exa-

gérée des femelles; dans le *Pionodesmotes* enfin, on est bien près du commensalisme, car la cavité d'invagination, assez largement ouverte, offre aux mâles une issue dont ne peuvent profiter, au surplus, les femelles adultes. La femelle d'*Eumedon convictor* semble moins enclose : large de 13^{mm} environ, elle communique avec l'extérieur par un orifice de 8^{mm} à 9^{mm} qui laisse normalement passer le rostre et, dans certains cas peut-être, par une sorte de distension, l'animal tout entier. Le mâle est inconnu; il mène sans doute une existence libre et, en tout cas, ne cohabite pas avec la femelle; cette dernière occupe isolément le pôle anal de l'Oursin et paraît localisée dans certaines zones spéciales : on l'a trouvée dans quatre *Vana* du lagon de Hao, tandis que, sur le récif extérieur et dans une autre région de l'île, les mêmes Oursins n'étaient pas contaminés.

C'est vraisemblablement à son commensalisme étroit que la femelle de l'*Eumedon convictor* doit la plupart des traits qui la caractérisent et qui la distinguent des trois autres espèces du genre : sa carapace un peu bombée et presque lisse, sa taille relativement grande, la disparition de ses cornes rostrales, la structure simple de ses pattes ambulatoires et la forme obtuse de ses courts angles latéraux. Ce dernier caractère le rapproche de l'*E. pentagonus*, il l'éloigne, au contraire, de l'*E. zebra* Alcock et surtout de l'*E. niger* Edw. qui se distingue, d'ailleurs, par la profonde bifurcation de son rostre. Aucune de ces trois dernières espèces n'a été signalée comme pratiquant le commensalisme, mais il est possible que l'*E. pentagonus* soit un commensal extérieur, à la manière des *Zebrida*. Quant à l'*E. zebra* et à l'*E. niger*, ils sont bien plus voisins des Parthénopidés normaux et représentent certainement les formes primitives du genre.

L'*E. convictor* a une coloration violette assez sombre, beaucoup moins foncée toutefois que celle des baguettes de l'Oursin. Malgré son commensalisme étroit, il a des téguments durs et assez fortement calcifiés.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. W. **Bell Dawson** adresse un Mémoire relatif à l'*Installation des marégraphes sous les climats rigoureux et dans les régions lointaines*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Nouvelles Tables d'intérêts composés et d'annuités et Précis de la théorie et de la pratique des opérations financières à long terme, particulièrement des emprunts, par F. Vintéjoux. (Présenté par M. G. Darboux.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution des taches solaires.* Note de M. Th. Moreux, présentée par M. Deslandres.

Au point de vue de sa constitution physique, la tache de février 1905 a offert un très grand intérêt. J'ai retrouvé, réunies dans cette tache, la plupart des formes que présentent parfois ces phénomènes, depuis les taches voilées jusqu'aux taches sans pénombre.

Ce n'est pas le cas de discuter dans cette Note les hypothèses qui pourraient expliquer ces phases différentes déjà connues, mais à l'occasion de la tache du 2 février, j'appellerai l'attention sur une particularité propre à élucider la nature du noyau des taches.

On sait que certaines taches laissent apercevoir au-dessous de leur pénombre normale une amorce de seconde pénombre que la plupart des auteurs ont décrite comme des irrégularités dans le noyau des taches. Parfois le plancher de la tache est parsemé de régions plus sombres signalées pour la première fois par Dawes. Cet astronome pensait que ces régions étaient probablement des bouches d'orifices tubulaires pénétrant jusqu'en des profondeurs inconnues.

La grande tache de janvier 1904 avait déjà montré ces phénomènes que je connaissais en partie, mais sans avoir pu les étudier d'une façon systématique.

Le 15 janvier 1904, alors que je prenais le dessin d'une tache solaire, je pus constater dans le noyau un bouleversement inaccoutumé sous la première pénombre : on entrevoyait des filaments sombres d'une belle couleur violet foncé, l'examen étant fait avec un très petit diaphragme à l'aide d'un verre neutre excessivement clair et d'un

oculaire hélioscopique. Je pus suivre l'envahissement du noyau par ce voile sombre, qu'il ne faut pas confondre avec les voiles roses d'hydrogène, et bientôt je lui reconnus la structure nettement rayonnante et filamenteuse de la pénombre ordinaire avec superposition en étages des différentes parties. L'envahissement n'existait que d'un côté, mais le lendemain je fus surpris d'apercevoir cette fois une seconde pénombre très régulière et très distincte qu'un verre foncé suffisait à dérober à la vue (*fig.* 1). J'eus

Fig. 1.



alors l'explication cherchée depuis longtemps des rayons pénombraux qui se superposent, disent tous les auteurs ayant étudié la question, à la façon de pailles formant un toit de chaume.

Or, cette disposition paraît générale, la plupart des grandes taches ayant deux pénombres. Il me suffira de citer celles du 18 avril 1904, celle du 11 octobre et enfin la dernière tache visible à l'œil nu du 2 février 1905 qui, en raison de sa grandeur, m'a permis d'étudier plus facilement ce phénomène.

Voici l'explication que je propose :

Si l'on admet de fortes températures à l'intérieur de la masse solaire, la dissociation est l'état normal des substances gazeuses, mais à mesure que

l'on approche de la photosphère, la chaleur diminuant, il s'opère à toutes les phases de l'ascension une sélection dans les gaz pouvant se combiner entre eux, et à chaque niveau déterminé doivent se montrer de nouvelles combinaisons chimiques.

Dans une Note présentée à l'Académie le 25 juin 1900, j'ai admis que les taches étaient des *régions surchauffées* où les phénomènes de radiation n'existent plus en raison précisément de l'intensité calorifique favorisant la dissociation : ce fait peut se produire sur une région plus ou moins considérable en profondeur et atteindre une intensité variable. La couche photosphérique superficielle seule est-elle atteinte, nous avons le phénomène bien connu des *taches voilées*. La dissociation s'étend-elle au contraire sur une grande région, en profondeur, plusieurs couches sous-jacentes seront volatilisées, et nous aurons alors le phénomène des pénombres normales dans lesquelles chaque couche de nuages restant à son niveau tend à envahir le plancher de la tache. C'est une explication très plausible du phénomène de superposition présenté par les rayons pénombraux. Une autre preuve à l'appui de cette hypothèse est le fait de la segmentation qui se produit, ainsi que je l'ai constaté maintes fois en ces derniers temps, non seulement aux dépens des matériaux photosphériques superficiels, mais encore par l'envahissement des langues surgissant du milieu même de la pénombre à des niveaux différents.

On comprend alors que dans les grandes taches les gaz du noyau laissent voir, grâce à leur transparence, des régions profondes dont la constitution physique soit analogue à celle des grains de riz de la photosphère. Ils sont étirés comme les filaments de la première pénombre en raison d'un appel convergent vers le centre de la tache. L'analyse spectrale serait d'un grand secours en ce cas particulier pour connaître leur structure chimique; malheureusement des taches aussi grandes que celle du 2 février sont plutôt rares et il est difficile d'appliquer la méthode spectroscopique à de petites étendues.

Cette explication ajoutée à celle que j'ai donnée dans mon Ouvrage, *Le Problème solaire*, me paraît rendre un compte assez exact de toutes les apparences pénombrales aujourd'hui connues.

Enfin la tache du 2 février dernier a présenté une autre particularité intéressante que je n'avais jamais constatée aussi facilement. La photosphère envahissait l'un des noyaux par deux amorces de ponts lumineux. Mais, à une certaine distance du bord de la première pénombre, les langues de feu semblaient dissoutes par la chaleur interne, et chaque langue pré-

sentait alors une disposition en éventail, rappelant assez bien les jets liquides s'échappant d'une pomme d'arrosoir.

Le 3 février, cette disposition avait déjà disparu à moitié et la tache se morcelait sous l'influence de l'envahissement de la photosphère.

MÉCANIQUE. — *Sur le frottement de glissement.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Painlevé.

Ainsi que l'a montré M. Painlevé, la loi de Coulomb conduit dans certains cas à cette conséquence absurde que deux corps en contact exercent l'un sur l'autre une pression négative. Mais les calculs sont faits en considérant les corps comme doués d'une rigidité absolue. Je voudrais faire voir par un exemple que, si l'on tient compte de l'élasticité des solides naturels, la même difficulté n'apparaît pas.

Soit un disque circulaire non homogène, de masse égale à l'unité, lancé, sans rotation initiale, dans un plan vertical, au contact d'une planche horizontale. Appelons r le rayon; a et b les distances du centre de gravité G à la verticale du centre de figure O et à la planche; k le rayon de giration par rapport à G; u et v les composantes horizontale et verticale de la vitesse de G; ω la vitesse de rotation; N la pression sur la planche; f le coefficient de frottement. Le sens positif de v est ascendant; celui de u est le même que pour la projection horizontale de GO. Dans ces conditions, nous avons

$$(1) \qquad \frac{du}{dt} = -fN, \qquad \frac{dv}{dt} = N - g, \qquad k^2\frac{d\omega}{dt} = N(fb - a).$$

La vitesse verticale de O est $v - \omega a$. Si nous supposons que le disque soit très dur par rapport à la planche et s'enfonce dans celle-ci d'une quantité z, cette hypothèse donne

$$v - \omega a = -\frac{dz}{dt}$$

En différentiant et remarquant que $\frac{da}{dt} = \omega(r - b)$, il vient

$$\frac{N}{k^2}(k^2 + a^2 - fab) = g + \omega^2(r - b) - \frac{d^2z}{dt^2}.$$

Si donc $r \geqq b$ et $f > \frac{k^2 + a^2}{ab}$, on ne peut négliger $\frac{d^2z}{dt^2}$ sans trouver pour N une valeur négative. Mais il n'en est plus de même dès que $\frac{d^2z}{dt^2}$ surpasse $g + \omega^2(r - b)$.

Nous pouvons serrer la question de plus près en admettant que $\frac{z}{N}$ soit égal à une

constante λ. Considérons un intervalle de temps assez court pour que les variations de a et b soient négligeables et prenons, pour simplifier, le cas où $b = r$. En posant

$$s^2 = \frac{fab - k^2 - a^2}{\lambda k^2},$$

et remarquant qu'à l'instant initial N est nul ainsi que sa dérivée, on trouve

$$N = \frac{g}{2\lambda s^2}(e^{st} + e^{-st} - 2),$$

valeur positive et très rapidement croissante. Il en résulte, d'après les formules (1), que u diminue et ω augmente très vite. La vitesse de glissement $w = u - b\omega$ est donc presque subitement anéante.

L'élasticité de la planche permet par conséquent de conserver la loi de Coulomb.

D'ailleurs il ne faut pas croire qu'avec les solides naturels f atteint instantanément sa valeur maximum. Au moment où les corps commencent à se frôler, les aspérités des deux surfaces s'accrochent mutuellement; la couche extérieure de chaque corps éprouve, par rapport aux couches profondes, un déplacement progressif, proportionnel à chaque instant à la force tangentielle, et c'est seulement quand le déplacement a acquis une certaine valeur que le glissement relatif devient possible. M. Bailby, en Angleterre, MM. Osmond et Cartaud, en France, ont trouvé expérimentalement que, même dans le cas de métaux polis avec le plus grand soin, les surfaces manifestent ce genre d'entraînement. Il y a donc une période préparatoire pendant laquelle f croît à partir de zéro, et nous allons voir que cette circonstance suffirait, à elle seule, pour écarter les incompatibilités résultant de la loi de Coulomb.

A l'instant initial il n'y a pas encore de frottement et les formules donnent pour N une valeur positive. Si N, pour la valeur maximum de f, est encore positif, il n'y a aucune difficulté. Si au contraire la valeur finale de N apparaît comme négative, c'est qu'il y a eu un instant intermédiaire pour lequel cette quantité a changé de signe. N a donc passé par zéro ou l'infini. Dans le premier cas, le contact cesse à l'instant où $N = 0$. Dans le second, N se présente sous la forme $\frac{n}{\varphi - f}$, n et φ étant des quantités finies; à mesure que f se rapproche de φ, la réaction tangentielle $\frac{fn}{\varphi - f}$ augmente indéfiniment, et elle ne permet pas au glissement de prendre naissance.

Reprenons à ce point de vue l'exemple précédent, en négligeant cette fois l'enfonce-

ment z, et regardant le disque comme formé d'un noyau rigide recouvert d'une couche infiniment mince qui se déplace par rapport à lui et demeure, au début, adhérente à la planche. La vitesse w du déplacement relatif vérifie la relation

$$\frac{dw}{dt} = -g\frac{f(k^2+b^2)-ab}{k^2+a^2-fab} - \omega^2 a.$$

Par conséquent, avant même que f arrive à la valeur $\frac{ab}{k^2+b^2}$, évidemment inférieure à $\frac{k^2+a^2}{ab}$, w est décroissant.

A mesure que f se rapproche de cette dernière limite, la décroissance de w devient de plus en plus rapide, et, en aucun cas, f ne peut atteindre $\frac{k^2+a^2}{ab}$, car toute tendance au glissement est supprimée auparavant.

En résumé, je suis loin de soutenir l'exactitude de la loi de Coulomb; je pense même qu'elle ne constitue qu'une règle empirique assez grossière; mais les difficultés théoriques qu'elle semble entraîner tiennent uniquement à ce qu'on fait abstraction de l'élasticité des solides naturels : elles sont donc du même ordre que celles qu'on rencontre en étudiant le choc de corps parfaitement polis.

MÉCANIQUE. — *Oscillation des véhicules de chemin de fer sur leurs ressorts de suspension.* Note de M. **Georges Marié**, présentée par M. Léauté.

L'étude des oscillations des véhicules de chemin de fer présente un grand intérêt, d'abord à cause des déraillements occasionnés par des oscillations exagérées, ensuite au point de vue de l'action fâcheuse des secousses pour les voyageurs, le matériel et la voie.

Cette étude prend de jour en jour une importance plus grande, à mesure qu'on tend à augmenter la vitesse des trains rapides. Ces oscillations sont causées, soit par les défauts du matériel, soit par ceux de la voie.

Elles ont été étudiées par des ingénieurs d'un grand talent; il faut citer notamment les travaux de MM. Phillips, Le Chatelier, Yvon Villarceau, Vicaire, Pochet, Nadal, etc., ainsi que les expériences scientifiques de MM. Coüard, Sabouret, etc. Dans ces travaux, on s'est d'abord attaché à étudier les oscillations occasionnées par le matériel; mais, depuis quelques années, on se préoccupe davantage des oscillations occasionnées par la voie. Parmi ces oscillations, on a étudié, notamment, celles qui sont dues aux dénivellations périodiques verticales se produisant à chaque rail. Le plus

souvent les joints des deux files de rails sont concordants, c'est-à-dire situés en face l'un de l'autre; il en résulte que ces dénivellations périodiques produisent leur effet à la fois sur les deux roues d'un même essieu, et donnent lieu à des oscillations verticales simultanées, quand les oscillations horizontales ne viennent pas les compliquer. On a pensé que ces oscillations verticales devaient être forcément divergentes et par conséquent dangereuses, quand il y a synchronisme entre le temps que le véhicule met à parcourir la longueur d'un rail et la durée de son oscillation naturelle sur ses ressorts; on en a conclu qu'il fallait empêcher les véhicules de circuler à cette vitesse spéciale qu'on a appelée *vitesse critique*.

J'ai étudié cette question en 1901 [1] et j'ai constaté qu'elle avait une grande analogie avec celle des régulateurs de vitesse. Il est impossible d'empêcher les véhicules de circuler parfois à leur vitesse critique qui correspond souvent aux vitesses les plus usuelles; mais les oscillations divergentes qui semblent résulter de la théorie ne se produisent pas, en général, dans la pratique, à cause des frottements des lames de ressorts, des attaches et des guidages dont les calculs n'avaient pas tenu compte. Il y a là une grande analogie avec l'amortissement des oscillations des régulateurs par les frottements ou les freins à l'huile. Cependant des oscillations divergentes peuvent se produire dans certains cas et être la source de dangers redoutables; d'où la nécessité d'examiner la question de très près. J'ai donc été amené à rechercher la condition de convergence des oscillations des véhicules de chemins de fer sur leurs ressorts, à la vitesse critique, qui est la plus défavorable; j'ai fait, dans ce but, une étude de ces oscillations par des procédés graphiques, dans un cas théorique simple, et je suis arrivé à établir, dans le Mémoire de 1901, la formule suivante qui donne la condition de convergence :

$$h \leqq 2fa,$$

h est la dénivellation périodique maxima de la voie ($0^m,004$ environ);

f, le frottement relatif du ressort, ou rapport constant de la somme des frottements des lames de ressort, des guidages, etc., à la valeur correspondante de l'effort du ressort, ces frottements étant rapportés au même chemin parcouru que l'effort du ressort lui-même (0,02 à 0,06 suivant les ressorts);

a, la flèche du ressort sous la charge immobile ($0^m,03$ à $0^m,25$ suivant les cas).

Puis j'ai montré que cette formule, établie pour un cas théorique simple, pouvait s'appliquer le plus souvent, dans la pratique des chemins de fer, et donner une condition de convergence des oscillations du véhicule, pour le cas qui nous occupe.

Cette formule montre :

1° Qu'on doit employer une voie aussi rigide que possible pour diminuer la valeur de h;

---

[1] Pli cacheté déposé à l'Académie dans la séance du 1er avril.

2° Qu'il faut avoir des ressorts ayant une grande flexibilité et, en même temps, un frottement relatif assez élevé;

3° Que, si la condition ci-dessus est réalisée, le véhicule n'aura pas d'oscillations divergentes verticales, quelle que soit la vitesse.

J'ai appliqué cette formule à un certain nombre de véhicules de chemins de fer, locomotives, tenders, voitures, fourgons; j'ai constaté que la condition de convergence était réalisée, dans la grande majorité des cas, mais que, cependant, certains véhicules défectueux ne la remplissaient pas et pouvaient être voués, dans certains cas, aux oscillations divergentes. J'ai indiqué divers procédés graphiques qui permettent de se rendre compte de l'amplitude des oscillations successives, de leur durée, etc.

Je dois ajouter que les oscillations en question ne sont pas les seules à considérer; il y en a d'autres, parfois dangereuses, qui imposent souvent une limite à la vitesse.

Depuis que j'ai établi la formule de convergence rappelée plus haut, il s'est produit, dans la pratique, des faits qui concordent avec elle; tout d'abord, dans l'industrie des automobiles, on a mis en relief l'avantage pratique des ressorts munis de frottements additionnels; d'autre part, en Allemagne, il a été fait des expériences de traction électrique sur une ligne spéciale, jusqu'à la vitesse de 210^{km} à l'heure; ces expériences montrent que les véhicules de chemins de fer bien établis ne sont pas soumis à des oscillations divergentes dues aux dénivellations verticales de la voie, même à ces énormes vitesses.

GÉOGRAPHIE. — *Sur la détermination par transport de temps des différences de longitude à Madagascar et à la Réunion.* Note de M. **Driencourt**, présentée par M. Guyou.

Dans une Note que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie récemment « Sur la précision de positions géographiques obtenues en cours de voyage avec l'*astrolabe à prisme* de M. Claude », j'ai donné les latitudes déduites des observations que nous avons faites avec cet instrument, M. Cot et moi, durant notre campagne hydrographique de 1903-1904 sur les côtes de Madagascar. Il me reste à indiquer le procédé que nous avons employé pour calculer, au moyen des états tirés de ces mêmes observations, les différences en longitude de Nosy-Maroantaly (côte ouest de Madagascar) et du Port des Galets (Réunion) avec le mât de pavillon d'Hellville (Nossi-Bé) qui est notre méridien fondamental dans cette région et à donner les résultats obtenus.

I. Différence : *Nosy-Maroantaly (pointe nord) — Mât de pavillon d'Hellville.* — Nous avons transporté le temps entre Nosy-Maroantaly, le sommet le plus sud de la triangulation des abords du nouveau Maintirano, et nos divers centres de ravitaille-

ment, Nossi-Bé, Majunga et Diégo qui sont reliés entre eux par la triangulation de la côte nord-ouest. Nous disposions de 4 chronomètres et 4 compteurs et nous avons réussi à faire 7 transports de temps, 4 à l'aller vers Maroantaly et 3 au retour.

Les faibles variations de température de l'armoire des montres dans le cours de chaque traversée ont été trop brusques pour qu'il ait paru possible d'évaluer leurs effets et d'en corriger les états. Du reste la méthode employée pour obtenir les marches moyennes pendant les transports tient compte de l'influence de toutes les causes qui peuvent modifier une marche. Elle consiste à tracer la courbe de marche absolue de chaque chronomètre pour la période entière des transports de temps au moyen des deux graphiques qui représentent la suite des marches moyennes entre deux états consécutifs obtenus au même point ou en divers points dont la différence de longitude est connue exactement. La courbe de marche absolue est tracée de manière que les aires situées au-dessus et au-dessous de chaque marche moyenne soient équivalentes.

Les 56 valeurs obtenues pour la différence de longitude présentent une concordance remarquable surtout si l'on tient compte de l'installation défectueuse des chronomètres à bord de la *Nièvre* et de la durée de certains transports qui a été de 8 jours pour deux d'entre eux et de 11 jours pour le dernier.

Voici les résultats fournis par trois instruments :

	Moyenne des 7 valeurs.	Écart maximum des 7 valeurs.
	m s	s
Chronomètre 771 Leroy............	17.24,46	0,44
» 55 Berthoud........	24,44	0,76
Compteur 1495 Delépine...........	17.24,29	0,70

Leur moyenne $17^m 24^s,40$ coïncide avec la moyenne générale des 56 valeurs.

Le chronomètre 483 Winnerl, dont les huiles étaient vieilles et dont la courbe de marche indique une forte accélération, donne 1^s d'écart avec la moyenne générale. Le chronomètre 434 Jacob, après avoir eu une marche assez capricieuse au début, a pris, à l'approche de la saison des pluies pendant laquelle la température est plus constante, une marche d'une régularité remarquable. Il a donné dans les 3 dernières traversées : $17^m 24^s,46$, $17^m 24^s,40$ et $17^m 24^s,39$.

Enfin, des 3 compteurs qui restent, le 242 Jacob, quoique sujet à des sauts, a donné $17^m 24^s,95$, chiffre supérieur de $0^s,55$ seulement à la moyenne générale; le sidéral 495 Dumas et le moyen 803 Leroy qui servaient, le premier, pour les observations de nuit, le second, pour celles de jour, ont donné respectivement $17^m 24^s,14$ et $17^m 25^s,77$, chiffres encore très acceptables étant donnés les nombreux déplacements et les variations brusques de température qu'ils ont subis.

Si l'on examine maintenant les résultats moyens par traversée, on trouve $0^s,69$ comme écart maximum des 7 valeurs; les plus éloignées de la moyenne générale, $17^m 24^s,01$ et $17^m 24^s,08$ proviennent de la première et de la dernière traversée pour lesquelles le tracé des courbes de marche absolue est plus indéterminé.

Nous avons adopté le chiffre moyen $17^m 24^s,4$ et nous estimons qu'il est exact à $0^s,1$ près.

Cette précision est rarement obtenue avec des transports de temps et c'est pourquoi je crois devoir la signaler. Je l'attribue : d'une part, à la précision des états déterminés avec l'astrolabe à prisme; d'autre part, à la méthode que nous avons employée pour avoir les marches durant le transport. Le tracé des courbes de marche absolue ne suppose qu'une certaine continuité de la marche, hypothèse d'autant plus admissible que l'examen des courbes de marche relative permet, lorsqu'on dispose d'un certain nombre de chronomètres, de découvrir les sauts et de les éliminer; il présente d'autant moins d'incertitude que le nombre des marches moyennes, et par conséquent des conditions à satisfaire, est plus grand. Le procédé s'applique surtout aux cas comme celui qu'on vient de voir où, ayant eu à effectuer une série de traversées entre les deux points dont on veut obtenir la différence de longitude, on a observé au moins un état avant et un après chaque traversée.

II. Différence : *Mât de signaux du Port des Galets — Mât de pavillon d'Hellville.* — Dans notre voyage à la Réunion, nous avons transporté le temps entre Diégo et le Port des Galets à l'aller et au retour. Ici, nous n'avons que 2 marches moyennes, l'une à la Réunion, l'antre pendant la période entière des transports de temps; aussi le tracé des courbes de marche absolue par le procédé indiqué plus haut ne laisse pas de présenter beaucoup d'indécision. Néanmoins les résultats fournis par les 4 chronomètres et 2 compteurs s'écartent assez peu et nous aurions adopté la moyenne pondérée des 12 valeurs si nous n'avions eu la bonne fortune de posséder le chronomètre 434 Jacob, dont la marche durant 8 mois n'a présenté que des variations insignifiantes. Voici, en particulier, ses marches moyennes avant, pendant et après cette période de transport de temps :

Du 5 janvier au 27 mars 1904 ...	$+2^s,92$	Régime de mer avec quelques interruptions assez courtes jusqu'à l'arrivée à Diégo, le 25 février; régime de rade du 25 février au 27 mars.
Du 27 mars au 19 avril 1904.....	+2,94	13 jours de rade, 10 jours de mer.
Du 11 avril au 12 avril »	+2,91	Dans le Port des Galets.
Du 19 avril au 24 avril »	+3,00	En rade de Diégo; commencement de la mousson.

Déjà ce chronomètre s'était conduit d'une façon très remarquable dans les trois dernières traversées entre la côte nord-ouest et Nosy-Maroantaly, comme on l'a vu plus haut. Devant une pareille constance de marche et nous basant sur cette expérience antérieure, nous n'avons pas hésité à adopter, à l'exclusion de tous les autres, le résultat fourni par le 434 Jacob qui est le même à l'aller et au retour, en raison de ce

que les marches moyennes à la Réunion et dans le cours du voyage sont presque identiques. Nous avons obtenu ainsi pour la longitude du mât de signaux du Port des Galets par rapport au pilier méridien d'Antsirana : $23^m 56^s,7$ E.; et nous pensons que ce résultat est exact à moins d'une demi-seconde de temps. On en déduit, pour la longitude du mât de signaux du Port des Galets par rapport au mât de pavillon d'Hellville : $27^m 58^s,8$ E.

On remarquera que les deux états déterminés à la Réunion à 24 heures d'intervalle avec l'astrolabe à prisme nous ont donné à $0^s,03$ près la marche moyenne du 434 Jacob durant le voyage. Si l'on admet, ce qui est assez plausible, que la marche du chronomètre a été à très peu près constante pendant tout le voyage, on a là un exemple de la précision avec laquelle l'instrument de M. Claude permet de déterminer l'heure.

PHYSIQUE. — *Sur quelques densités de gaz et la précision qu'elles comportent.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Moissan.

Diverses Communications récentes ou quasi récentes relatives aux densités de gaz m'engagent à revenir sur quelques-uns des résultats obtenus par moi-même il y a quelques années, et sur la précision qu'il semble illusoire de vouloir dépasser, et que je crois avoir atteinte dans la plupart des cas.

I. J'extrais d'abord de mon Tableau des densités par rapport à l'air (¹) renfermant $\frac{232}{1000}$ de son poids d'oxygène, et dans les conditions normales, les nombres suivants :

Gaz.	Densité expérimentale.	Densité calculée.
Az^2O	1,5301	1,5302
SO^2	2,2639	2,2639
Cl	2,491	2,4918
CH^4	»	0,5545

Pour un certain nombre de gaz qui ne figurent pas dans cet extrait, faciles à préparer à l'état de pureté et difficiles à liquéfier, j'ai cru pouvoir affirmer que l'erreur relative de la densité était inférieure à $\frac{1}{10000}$. De fait, je me suis trouvé d'accord avec Lord Rayleigh, pour quelques-uns à $\frac{1}{20000}$ près, et je suis porté à croire que cette coïncidence n'est pas fortuite.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ sér., t. XV, 1898, p. 94.

Mais pour d'autres gaz, au contraire, j'ai fait des réserves sur la possibilité d'atteindre la précision du dix-millième. C'est ainsi que :

1° J'ai donné la densité de Az^2O comme exacte à $\pm$ 0,0002 près seulement, à cause surtout de la difficulté de sa préparation à l'état de pureté;

2° Bien que tous mes résultats partiels relatifs à SO^2 fussent compris entre 2,2638 et 2,2641, j'ai indiqué que le résultat moyen pouvait fort bien comporter une erreur d'un dix-millième, c'est-à-dire > 0,0002, à cause de la condensation de ce gaz sur les parois;

3° Pour le chlore, j'ai supprimé la quatrième décimale à cause de l'incertitude que comporte la correction relative aux impuretés.

D'autre part je considère les densités *calculées* par la méthode exposée dans mon Mémoire comme équivalentes, en général, aux densités expérimentales fournies par les meilleures méthodes, et plus certaines lorsque la préparation des gaz à l'état de pureté présente des difficultés particulières.

II. Cette opinion se trouve pleinement confirmée par les nombres récemment obtenus par MM. Moissan et Chavanne [1] pour le formène pur

0,5540 et 0,5554.

Ma densité calculée, 0,5545, que je considère comme exacte à moins de 0,0001 près, se place entre ces deux nombres, et coïncide presque avec leur moyenne, tandis que M. Schlœsing fils avait retrouvé le nombre de Thomson : 0,558.

III. En ce qui concerne le chlore, MM. Moissan et Binet du Jassoneix [2], après avoir obtenu successivement des nombres compris entre 2,335 et 2,509 (ce qui suffit à donner une idée des difficultés rencontrées), ont pu resserrer d'abord les résultats entre 2,486 et 2,494, et obtenir enfin les deux nombres encore plus rapprochés 2,488 et 2,492, entre lesquels se trouve de nouveau compris mon propre résultat : 2,491 $\pm$ 0,001.

Cependant, d'une part, aucun de mes résultats partiels (dont l'écart est quatre fois plus faible) ne s'est trouvé inférieur, toutes corrections faites, à 2,490, et la moyenne de ma deuxième série, que je considère comme la meilleure, est 2,4907.

D'autre part, si l'on tient compte de ce que, vraisemblablement, les impuretés sont, en moyenne, plus légères que le chlore, on est porté à considérer la moyenne arithmétique des résultats partiels comme une limite inférieure de la densité du gaz pur.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 408.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1198.

Pour ces motifs, je persiste à croire que la moyenne 2,490 de MM. Moissan et Binet du Jassoneix est approchée par défaut, et que la densité du chlore pur est très voisine de ma densité calculée 2,4918.

IV. La densité de l'oxyde azoteux a été reprise par MM. Ph. Guye et Pintza ([1]), qui ont trouvé un nombre inférieur au mien de moins de $\frac{1}{13000}$. Il faut considérer cet écart comme insignifiant et inférieur à l'erreur possible d'une semblable détermination. Mais, malgré cette concordance et pour les mêmes raisons que ci-dessus, je suis porté à croire que mon nombre, et *a fortiori* celui de MM. Guye et Pintza sont approchés par défaut.

V. Enfin, MM. Jacquerod et Pintza ([2]) ont repris aussi la densité de l'anhydride sulfureux. Ils constatent que leur nombre diffère du mien d'*un cinquante millième!*

Je suis très heureux d'une aussi *parfaite concordance;* mais je la considère comme *fortuite*, la densité d'aucun gaz, et *a fortiori* celle de l'anhydride sulfureux, ne pouvant, à mon avis, être déterminée avec cette précision.

PHYSIQUE. — *Action du bromure de radium sur la résistance électrique des métaux.* Note de M. **Bronislas Sabat**, présentée par M. Becquerel.

Grâce à la grande obligeance de M. Curie, qui a mis toutes les ressources dont j'avais besoin à ma disposition, j'ai fait un grand nombre d'expériences relatives à l'action des rayons du radium sur la résistance électrique de différents métaux comme le cuivre, le fer, l'acier, le platine, le laiton, le maillechort et le bismuth.

Pour mesurer des résistances je me suis servi d'un dispositif avec un pont Wheatstone-Kirchhoff et un galvanomètre à miroir suffisamment sensible.

M. Curie a mis à ma disposition la plus forte préparation de radium de son laboratoire, c'est-à-dire $0^g,2$ de bromure de radium pur enfermé dans une ampoule en verre à paroi mince.

Les résistances des différents fils métalliques (épaisseur des fils $0^{mm},1$-1^{mm}) étaient enroulées sur des tubes de papier mince (diamètre du tube $0^{cm},6$), et la bobine soumise à l'action du rayonnement du radium en plaçant l'ampoule contenant le radium dans l'intérieur du tube.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 679.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 129.

Pour mesurer l'action des rayons du radium sur la résistance du bismuth, j'ai employé une spirale de bismuth comprise entre deux lames minces de mica. L'épaisseur du disque, composé de deux lames de mica et de la spirale de bismuth qui y était intercalée, était de $0^{mm},7$. La spirale de bismuth était soumise à l'influence des rayons du radium en mettant l'ampoule contenant le bromure de radium sur le disque de mica placé horizontalement et recouvert d'une feuille de papier mince.

Toutes les expériences ont été disposées de telle façon que les fils métalliques ont été soumis à l'action d'une partie considérable des rayons β et γ émis par le bromure de radium.

Dans les expériences où les fils métalliques étaient soumis à l'action du radium pendant un temps plus long, on ne pouvait pas éviter une communication de chaleur aux fils métalliques par le radium. Je me suis convaincu, par différentes expériences comparatives, que les élévations de température des fils des bobines et de la spirale de bismuth, produites par la communication directe de la chaleur émise par le radium, pouvaient être au maximum $0^{\circ},3$ à $0^{\circ},4$ C.

Les tableaux suivants contiennent quelques-uns des résultats obtenus :

Résistance (r) *d'un fil de fer* (*épaisseur du fil* : $0^{mm},1$).

	ohms
Résistance initiale à 16°,8 C	4,640
r immédiatement après avoir soumis la bobine à l'action du radium	4,659
r après 5 minutes d'exposition	4,676
r » 30 secondes après avoir éloigné le radium	4,664
r » 3 minutes après avoir éloigné le radium	4,644

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},036$, ce qui fait 0,776 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température $\Delta t = 1^{\circ},62$ C.

[Coefficient de température du fer : $a = 0,0048$ (Preece).]

Résistance (r) *d'un fil de platine* (*épaisseur du fil* : $0^{mm},1$).

	ohms
Résistance initiale à 16°,1 C	8,180
r immédiatement après avoir soumis la bobine à l'action du radium	8,188
r après 6 minutes d'exposition	8,201
r » 1 minute après avoir éloigné le radium	8,190
r » 5 minutes après avoir éloigné le radium	8,181

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},021$, ce qui fait 0,257 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température : $\Delta t = 0^{\circ},71$ C.

[Coefficient de température du platine : $a = 0,00365$ (Matthiessen).]

Résistance (r) *d'un fil de maillechort* (*épaisseur du fil* : $0^{mm},1$).

	ohms
Résistance initiale à 16°,5 C	6,544
r immédiatement après avoir soumis la bobine à l'action du radium	6,546
r après 5 minutes d'exposition	6,550
r » 30 secondes après avoir éloigné le radium	6,548
r » 3 minutes après avoir éloigné le radium	6,545

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},006$, ce qui fait 0,092 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température $\Delta t = 2^{\circ},56$ C.

[Coefficient de température du maillechort : $a = 0,00036$ (Matthiessen).]

Résistance (r) *de la spirale de bismuth.*

	ohms
Résistance initiale à 16° C	25,018
r immédiatement après avoir soumis la spirale à l'action du radium	25,045
r après 5 minutes d'exposition	25,089
r » 30 secondes après avoir éloigné le radium	25,051
r » 4 minutes après avoir éloigné le radium	25,021

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},071$, ce qui fait 0,284 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température $\Delta t = 0^{\circ},8$ C.

[Coefficient de température du bismuth : $a = 0,00357$ (Matthiessen).]

Les valeurs et les variations des résistances des différents fils métalliques

semblent dépendre de plusieurs conditions des expériences, telles que : dimensions du fil, pouvoir absorbant pour les rayons Becquerel, chaleur spécifique et conductibilité thermique, coefficient de température de résistance électrique du métal, etc.

D'après un grand nombre de Tableaux semblables aux précédents, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Le bromure de radium, placé à proximité de fils métalliques tels que le bismuth, le fer, l'acier, le cuivre, le platine, le laiton, le maillechort, augmente leur résistance électrique;

2° Une certaine augmentation de résistance des métaux se produit déjà immédiatement après les avoir soumis à l'action des radiations du radium, c'est-à-dire quand la température des métaux ne peut pas encore être élevée d'une façon perceptible par la communication directe de la chaleur émise par le radium. Lorsqu'on maintient le radium pendant un temps plus long à proximité des fils métalliques, leur résistance augmente jusqu'à une valeur à peu près constante; lorsqu'on éloigne le radium, les métaux reprennent lentement la résistance primitive.

3° La variation de la résistance va jusqu'à une valeur quelquefois plus grande que celle qui pourrait être produite par la communication directe de la chaleur aux fils métalliques par le radium.

4° En me basant sur les points précédents (1°, 2°, 3°) je conclus que les métaux absorbant les rayons Becquerel et principalement (dans mes expériences) les rayons β, transforment une partie de l'énergie de ce rayonnement en énergie calorifique qui, élevant la température des métaux, augmente leur résistance électrique.

Cette conclusion est d'accord avec nos idées sur les rayons β, parce qu'il est plus que probable que les électrons de ces rayons, qui possèdent une grande énergie cinétique, en frappant les molécules des métaux, élèvent leur température ainsi que le font les rayons cathodiques, auxquels les rayons β sont analogues. Les rayons β en frappant les métaux élèvent leur température beaucoup moins que les rayons cathodiques, parce que le pouvoir absorbant des métaux pour les rayons β est moindre que celui pour les rayons cathodiques.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes.* Note de M. **Pierre Massoulier**, présentée par M. J. Violle.

De nombreuses recherches ont déjà été entreprises sur l'ionisation dans les flammes par divers expérimentateurs, notamment par H.-A. Wilson, Marx, Moreau (1); mais, outre que les flammes pures ont été souvent délaissées au profit de flammes contenant des vapeurs salines, les conditions dans lesquelles ont été faites les expériences rendent parfois difficile l'interprétation des résultats obtenus. Par exemple, dans les expériences de H.-A. Wilson et Marx, les électrodes sont des toiles de platine horizontales disposées l'une au-dessus de l'autre dans la flamme; la vitesse du courant gazeux ascendant, de même ordre de grandeur que la vitesse de déplacement des ions, introduit une dissymétrie considérable, exagérée par la différence de température aux électrodes, l'électrode la plus élevée étant nécessairement moins chaude. Cette dissymétrie est mise en évidence par les résultats différents obtenus quand on renverse le champ : en particulier les courbes de répartition du champ changent complètement d'aspect et les écarts entre les résultats obtenus par H.-A. Wilson et Marx peuvent, en grande partie, s'expliquer par des considérations de cet ordre.

Les résultats sont beaucoup plus réguliers quand on emploie des électrodes verticales disposées symétriquement dans la flamme. Celles-ci sont alors, à très peu près, à la même température et dans les mêmes conditions et le renversement du champ n'altère plus du tout l'allure des phénomènes.

I. Les électrodes étaient à 2^{cm} au-dessus du bec, de 10^{mm} ou de 16^{mm} de diamètre, portant à son extrémité une toile métallique en cuivre. J'ai employé soit une grande flamme blanche, éclairante, contenant des particules de carbone incandescent, soit une flamme bleue sans particules de carbone mais sans cône, soit enfin une flamme très chaude avec un cône vert de 5^{mm} de hauteur. Dans ces diverses conditions, avec des différences de potentiel de 2, 4, 88, 880 volts, alors que la distance des électrodes variait de 1^{mm} à 10^{mm}, 12^{mm} et même 24^{mm}, l'intensité du courant recueilli s'est montrée sensiblement indépendante de cette distance :

Flamme blanche.	Écartement :	2^{mm}	4^{mm}	8^{mm}	12^{mm}	16^{mm}	20^{mm}	24^{mm}
F. E. M. = 88 volts.	Courant :	30	27	53	65	46	35	19
F. E. M. = 880 volts.	»	152	170	230	275	219	176	96

(1) H.-A. Wilson, *Phil. Trans.*, A., t. CXCII, 1899, p. 499. — Marx, *Annalen der Physik*, t. II, 1900, p. 768. — Moreau, *Annales de Phys. et Chimie*, 7e série, t. XXX, 1903, p. 1.

Flamme bleue.	Écartement :	10^{mm}	8^{mm}	6^{mm}	4^{mm}	2^{mm}	1^{mm}	5^{mm}	10^{mm}
F. E. M. = 2 volts.	Courant :	97	103	100	98	90	89	99	104
F. E. M. = 88 volts.	»	21	21	23	25	20	19	24	20,5

Enfin avec la flamme très chaude présentant un cône vert et une différence de potentiel de 88 volts, la déviation du galvanomètre (¹) s'est maintenue entre 3 ou 4 divisions alors que la distance des électrodes variait de 1^{mm} à 12^{mm}.

Comme on le voit, les variations d'intensité du courant n'ont rien de bien systématique et doivent plutôt être attribuées au manque d'homogénéité de la flamme que décèlent les changements de couleur des électrodes quand on les déplace depuis le centre jusqu'au bord. Or le professeur J.-J. Thomson (²) a montré que, dans le cas d'une ionisation superficielle qui serait due aux lames de platine à température et à différence de potentiel constantes, quand on est assez loin de la saturation, le courant doit être inversement proportionnel au cube de la distance des électrodes.

Remarquons que, quand on remplace la flamme bleue formée de gaz en combustion par la flamme à cône, plus chaude, mais formée de gaz presque complètement brûlés, toutes les autres conditions restant les mêmes, la déviation du galvanomètre passe de 20 à 4, ce qui montre, comme je l'ai indiqué dans une Note précédente (³), que l'ionisation intense dont les flammes sont le siège dépend non seulement de leur température, mais des réactions qui s'y produisent.

II. Si l'ionisation est réellement un phénomène de volume, la quantité d'ions libérés par seconde est proportionnelle à la distance des électrodes. Si l'on pouvait obtenir les courants de saturation, ils devraient donc être proportionnels à cette distance. L'expérience montre que cette loi de proportionnalité ne se vérifie pas, mais nous savons déjà qu'on ne peut pas obtenir, dans les flammes, de véritable courant de saturation; d'autre part, l'étude de la répartition du champ permet d'élucider complètement la question : les résultats sont représentés par les courbes ci-contre.

Avec des différences de potentiel de 2 ou 4 volts et des électrodes à 8^{mm} ou 10^{mm} l'une de l'autre, le champ est tout entier localisé au voisinage immédiat des électrodes dans des couches qui n'ont pas plus de $\frac{1}{2}$ millimètre d'épaisseur chacune. Dans presque tout l'espace compris entre les électrodes, le champ est insignifiant, de sorte que les ions produits dans cette région ne peuvent pas augmenter l'intensité du courant ; la recombinaison y équilibre à peu près la production et l'état électrique y est sensi-

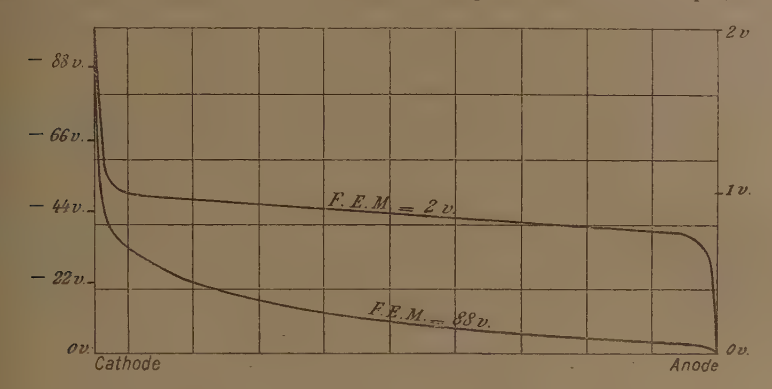
(¹) Une division de l'échelle vaut 2×10^{-9} ou $3,4 \times 10^{-8}$, suivant qu'on opère avec 2 ou avec 88 volts.

(²) J.-J. Thomson, *Conduction of electricity through gases*, p. 175.

(³) *Comptes rendus*, 23 janvier 1905.

blement le même qu'en l'absence de toute différence de potentiel appliquée aux électrodes. Il est donc indifférent que l'épaisseur de cette région soit 0^{mm} ou 10^{mm}.

Avec des différences de potentiel beaucoup plus élevées, de 88 volts par exemple, la chute de potentiel à l'anode est relativement faible, de l'ordre de 3 volts, mais à la cathode, elle est énorme, de l'ordre de 52 volts sur $\frac{1}{2}$ millimètre, de sorte que, dans la



région centrale, le champ est encore ou nul ou faible. Ainsi que la théorie d'une ionisation en volume permet de le prévoir, on ne peut donc pas appliquer effectivement un champ intense à cette région centrale dont l'épaisseur ne doit, par conséquent, pas avoir d'effet marqué sur le courant recueilli.

La dissymétrie constatée entre la cathode et l'anode tient à la différence des mobilités des ions qui croît avec la température, et le fait que de pareilles chutes de potentiel se produisent aux électrodes ne doit pas nous étonner, car l'ionisation dans les flammes est extrêmement intense : les résultats que j'ai obtenus permettent de calculer que chaque centimètre cube de la région centrale renferme au moins 10^{10} ions de chaque signe.

RADIOLOGIE. — *Variations de l'étincelle équivalente du tube à rayons* X. Note de M. S. Turchini, présentée par M. d'Arsonval.

On sait toute l'importance que présente en radiologie la connaissance de l'étincelle équivalente d'un tube à rayons X. En faisant des radiographies au radiochromomètre de Benoist, on a pu s'assurer que, si un tube a même étincelle équivalente, le degré du radiochromomètre est toujours le même. Cette donnée nous renseigne donc d'une façon très précise sur la nature des rayons émis.

J'ai cru intéressant d'étudier systématiquement les diverses conditions

suivant lesquelles elle varie, et j'ai vu que les constantes électriques du circuit, intensité, bobine employée, et fréquence de l'interrupteur avaient une influence très grande sur cette variation.

La bobine était actionnée par l'interrupteur-turbine à mercure; dans le circuit du tube était intercalé un milliampèremètre, dont l'un des pôles était à la terre pour éviter les effets électrostatiques.

J'ai opéré avec des fréquences mesurées de la façon suivante :

Sur l'axe de l'interrupteur-turbine avait été adapté un disque stroboscopique formé de quatre couronnes présentant des secteurs équidistants et égaux, alternativement blancs et noirs. La couronne du centre avait deux secteurs, la suivante quatre, la troisième huit, et la quatrième seize.

Le disque stroboscopique était éclairé par une étincelle de haute fréquence, produite par une petite bobine auxiliaire, actionnée au moyen de l'interrupteur à diapason de Villard, donnant quarante-deux interruptions par seconde. On avait ainsi quarante-deux trains d'ondes par seconde, ce qui permettait de mesurer facilement quatre fréquences de l'interrupteur, et de s'assurer à tout instant de la constance de la vitesse, en vérifiant si l'immobilité apparente des couronnes du disque stroboscopique persistait.

J'ai pu ainsi déterminer les variations de l'étincelle équivalente en fonction : 1° de l'intensité; 2° de la bobine employée; 3° de la fréquence de l'interrupteur.

Variations de l'étincelle équivalente en fonction de l'intensité. — On sait depuis longtemps qu'en augmentant l'intensité au primaire d'une bobine d'induction, l'étincelle équivalente du tube à rayons X augmente, mais aucune détermination un peu précise n'a été faite à ce sujet, et ne pouvait être faite utilement, car on ne savait pas quelle était l'intensité du courant qui circulait dans le tube, qui seule est importante à connaître. L'emploi du milliampèremètre, fait pour la première fois par M. Gaiffe, a rendu le travail facile.

On obtient ainsi :

Intensités.	Étincelles équivalentes.
0,3 mA	4,5 cm
0,5 »	7,0
0,8 »	9,25
1,0 »	10,5

On voit que l'étincelle équivalente croît plus vite que l'intensité.

Variations de l'étincelle équivalente avec deux bobines différentes. — Je me suis adressé pour cette étude à deux bobines : l'une de 25^{cm} d'étincelle et l'autre de 45^{cm}. Toutes les deux étaient actionnées par l'interrupteur-turbine à mercure, donnant dans une première expérience 63 interruptions par seconde, et dans une seconde 31 interruptions. Dans l'un et l'autre cas, pour l'une et l'autre bobine, l'intensité au secondaire a été de 0,4 milliampère.

Voici les nombres obtenus :

63 *interruptions par seconde.*	Étincelles.	31 *interruptions par seconde.*	Étincelles.
Petite bobine.......	9 cm	Petite bobine.......	12 cm
Grosse bobine.......	7	Grosse bobine.......	7,5

Toutes choses égales d'ailleurs, l'étincelle équivalente d'un tube excité par une bobine à grosse self est plus faible que lorsqu'il est excité par une bobine à petite self, et la différence s'accentue à mesure que la fréquence de l'interrupteur devient plus basse.

Variations de l'étincelle équivalente en fonction de la fréquence de l'interrupteur. — Les fréquences ont été de 15, 31, 63 et 126 interruptions par seconde; l'intensité au secondaire était de 0,5 milliampère.

Fréquences.	Étincelles équivalentes.
15 par seconde	8 cm
31 »	6,5
63 »	4
126 »	2,5

En traçant la courbe de cette variation on verrait que l'étincelle équivalente tend vers une limite à mesure que la fréquence augmente.

Autres causes de variation de l'étincelle équivalente. — Pour les déterminations précédentes, le tube à rayons X était placé à une certaine distance de l'excitateur qui servait à mesurer son étincelle équivalente.

M. Guillaume m'a fait remarquer que, par suite de phénomènes d'antenne, l'étincelle pourrait bien ne pas être la même si le tube était placé tout contre l'excitateur. Des mesures faites dans les deux cas, toutes choses égales d'ailleurs, ont montré que l'étincelle étant de 12^{cm}, quand le tube était placé à grande distance de l'excitateur, n'était plus que de 11^{cm} quand il était tout contre. La différence est donc trop faible pour modifier les résultats signalés plus haut, et tient uniquement à des conditions de circuit.

J'ai vu d'ailleurs qu'en interposant entre le tube et l'excitateur un écran de plomb, qui supprime l'action des rayons X sur les gaz où se fait la décharge par étincelles, il n'y avait aucune modification sensible. On ne peut donc incriminer, pour ces diverses causes, l'ionisation de ceux-ci par les rayons de Rœntgen.

D'autre part deux radiographies du radiochromomètre de Benoist ayant

été faites dans les deux positions du tube, à intensité constante et même temps de pose, ont montré que le degré de l'appareil était le même dans les deux cas.

PHYSICOCHIMIE. — *Sur le temps que la précipitation met à apparaître dans les solutions d'hyposulfite.* Note de M. **Gaston Gaillard**, présentée par M. J. Violle.

De nombreuses observations faites sur le temps qu'il faut compter pour voir se produire l'opalescence dans les solutions d'hyposulfite lors de la précipitation de ces sels par les divers réactifs qui la déterminent nous ont permis de mettre en évidence les résultats suivants :

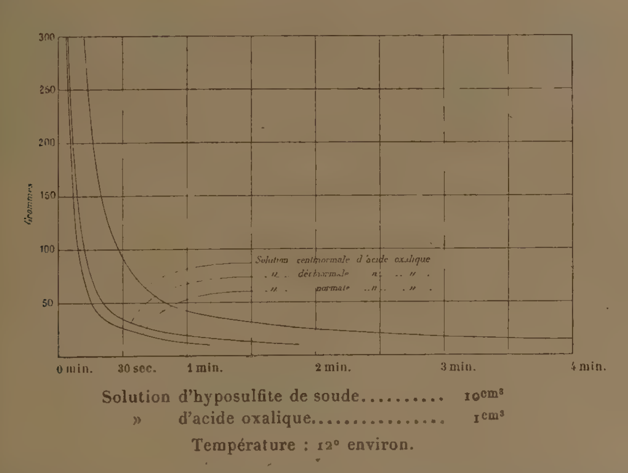
I. En faisant varier uniquement la concentration de la solution du sel et en lui donnant des valeurs de plus en plus faibles, si l'on porte en abscisse l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant où l'on verse le réactif (acide, chlorure, etc.) et celui de l'apparition du trouble, et en ordonnée la valeur de la concentration, on obtient une courbe qui, dans les cas étudiés, a l'allure d'une logarithmique descendante dont l'asymptote est parallèle à l'axe des temps et semble assez voisine de lui. En faisant varier la dilution du réactif on obtient des courbes différentes qui s'étagent, comme le montre, par exemple, la figure ci-jointe établie d'après les chiffres que nous donnons plus bas pour montrer l'ordre de grandeur des variations observées.

Concentration de la solution de $S^2O^3Na^2$.	Solution d'acide oxalique normale.	décinormale.	centinormale.
$\frac{300}{1000}$	$3^{sec},5$	$4^{sec},2$	$10^{sec},5$
$\frac{250}{1000}$	4^{sec}	$4^{sec},8$ à $5^{sec},2$	$12^{sec},5$
$\frac{200}{1000}$	5^{sec}	$6^{sec},5$	15^{sec} à 16^{sec}
$\frac{150}{1000}$	$6^{sec},5$	10^{sec}	20^{sec}
$\frac{100}{1000}$	$8^{sec},5$	12^{sec}	28^{sec} à 30^{sec}
$\frac{50}{1000}$	13^{sec} à 14^{sec}	18^{sec} à 19^{sec}	50^{sec}
$\frac{25}{1000}$	26^{sec}	37^{sec}	$1^{m},50$ à 2^{m}
$\frac{10}{1000}$	1^{m} à $1^{m},5$	$1^{m},5$	6^{m} à 7^{m}

II. Quand on fait réagir successivement les composés que donne un même corps ou des corps ayant des propriétés voisines, on obtient généralement des courbes qui s'étagent d'une façon régulière.

a. Ainsi, en traitant l'hyposulfite de soude par les acides hypochloreux (au moins pour les concentrations moyennes, car pour les solutions étendues le phénomène devient plus complexe), chlorique à 20° B. et perchlorique à 30° B., 40° B. et 55° B., on a des courbes analogues, et la plus basse est celle qui correspond à l'acide perchlorique le plus concentré.

b. En employant les acides chlorhydrique à 22° B., bromhydrique à 40° B. et iodhydrique à 30° B., les courbes se superposent dans l'ordre où l'on a l'habitude de ranger ces acides d'après le poids atomique de leur métalloïde, la plus basse correspondant à HCl.



Solution d'hyposulfite de soude.......... 10cm³
» d'acide oxalique................ 1cm³
Température : 12° environ.

c. En opérant avec un même acide HCl pur à 22° B. sur les hyposulfites d'ammoniaque, de soude, de strontiane, on obtient des courbes qui se superposent encore dans l'ordre des poids moléculaires, la plus basse correspondant à l'hyposulfite d'ammoniaque. Quant à l'hyposulfite de potasse, il ne semble pas se comporter d'après la même loi, et la faible différence qu'il manifeste avec l'hyposulfite de soude ne permet pas une comparaison exacte.

III. Si, pour un même volume de solution d'hyposulfite de soude de concentration connue, on met en présence des quantités de plus en plus grandes de réactif, l'apparition de la précipitation est retardée.

a. Avec HCl pur à 22° B., le retard croît d'abord lentement, puis de plus en plus vite.

b. Avec HCl en solution normale, bien que le temps soit d'abord plus grand pour les volumes les plus petits, le retard croît cependant beaucoup moins vite, en sorte que, pour les volumes les plus grands la précipitation apparaît plus tôt qu'avec l'acide pur et se produit selon des lignes presque droites.

IV. Les corps mélangés à la solution du sel ou des réactifs ont une action sur le temps que le précipité met à apparaître.

a. Si l'on mélange des quantités croissantes de soude normale à une solution d'hyposulfite de soude à 25 pour 1000 et qu'on verse ensuite 2cm³ de HCl pur à 22° B, la précipitation est de plus en plus retardée et arrive même à ne plus se produire.

Au contraire, si l'on verse la solution normale de soude à des intervalles de temps déterminés après le réactif, l'apparition de la précipitation se fait plus rapidement pour des quantités croissantes de la solution alcaline [1]. Dans ce cas, comme au reste dans d'autres, il serait intéressant de pouvoir tenir compte de la quantité du précipité formé dans le même temps.

b. Si l'on mélange du sulfite de soude à la solution d'hyposulfite et que l'on porte en ordonnée la quantité de celle-ci par rapport à celle de sulfite de soude et en abscisse le temps, on obtient des courbes rappelant celles que l'on avait avec les dissolutions aqueuses de plus en plus étendues d'un même réactif, et, indiquant un retard de plus en plus considérable dans la formation du précipité avec HCl [2].

c. Si l'on dissout les différents chlorures, bromures, iodures, solubles dans l'hyposulfite de soude, on constate que :

1° D'une façon générale l'adjonction de ces sels retarde l'apparition de l'opalescence;

2° Pour certains métaux l'action retardatrice du chlorure est moindre que celle du bromure et celle du bromure moindre que celle de l'iodure du même métal;

3° Pour une sorte de sels donnée, l'action retardatrice paraît d'autant plus grande que le métal occupe un rang plus élevé dans la famille où l'on a l'habitude de le ranger. Ainsi agissent, par exemple, les chlorures de Mn, Ni, Co, dont les temps sont très voisins, les chlorures de Mg, Zn, Cd. Ici, toutefois, la progression est interrompue et se complique d'une modification du phénomène : le temps augmente encore du magnésium au zinc, mais à partir du cadmium le chlorure détermine, comme on le sait, de lui-même, la précipitation, et le chlorure de mercure beaucoup plus vite que celui de cadmium. Il en est de même avec les bromures et iodures de ces mêmes métaux, et aussi avec les iodures doubles de Cd et K, de Hg et K.

d. Inversement si l'on opère avec un corps soluble, comme le sulfate de soude, dans la solution du réactif et la solution du sel :

1° Entre une solution sulfurique normale pure et une autre contenant $\frac{25}{1000}$ de sulfate, il n'y a pas de différence bien sensible;

2° Avec une solution sulfurique normale et une solution d'hyposulfite de soude à $\frac{50}{1000}$ contenant $\frac{20}{1000}$ de sulfate, il y a un retard considérable.

---

(1) Moissan, *Traité de Chimie minérale*, 1904, t. I, p. 388.

(2) Ostwald, *Éléments de Chimie inorganique*, trad. L. Lazard 1904, t. I, p. 352-353.

3° En opérant avec le réactif et la solution contenant tous deux du sulfate, le retard dans l'apparition du précipité est voisin du précédent, mais toutefois moindre.

V. Si l'on dilue une solution aqueuse d'hyposulfite de soude à 50 pour 1000 successivement avec différents dissolvants, eau, glycérine, ou avec de l'alcool, les temps comptés avant l'apparition du précipité par H Cl sont différents, et pour des dilutions égales le temps augmente à partir d'une certaine proportion, de l'eau à la glycérine et de la glycérine à l'alcool.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la dissolution électrolytique du platine dans l'acide sulfurique.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. Moissan.

Nous avons étudié précédemment la dissolution du platine dans les cyanures sous l'action du courant alternatif (1) et avons établi que cette dissolution résultait d'une pulvérisation de l'électrode agissant comme cathode du fait de la formation d'un alliage. Cet alliage décomposé par l'eau laisse le platine dans un état physique tel qu'il se dissout spontanément dans le cyanure (2).

Depuis, nous avons remarqué que la quantité d'hydrogène qui se dégage est considérable et représente jusqu'à 10 ou 15 fois celle qui correspond à la dissolution du platine. Il y a donc une oxydation importante du cyanure atteignant, dans les conditions de nos essais, environ 50 pour 100 de la quantité d'électricité fournie à l'appareil.

Dans un autre ordre d'idées, M. Ruer a montré que le courant alternatif provoque la dissolution du platine dans l'acide sulfurique si l'on ajoute un oxydant ou si l'on superpose l'action du courant continu en utilisant les deux électrodes comme anodes d'un autre système (3).

Étant donné que dans aucun cas le platine ne se dissout du fait du courant continu, Ruer admet que le courant alternatif a une action spécifique et que la dissolution du

---

(1) André Brochet et Joseph Petit, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1095 et 1421.

(2) André Brochet et Joseph Petit, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. III, 1904, p. 433.

(3) R. Ruer, *Zeitsch. f. Elektroch.*, t. IX, 1903, p. 233 et *Zeitsch. f. phys. Chem.*, t. XLIV, 1903, p. 881.

platine est due à la formation sur l'électrode agissant comme anode d'une couche hypothétique d'un oxyde supérieur du platine également hypothétique et insoluble dans l'acide sulfurique. Cet oxyde est réduit partiellement pendant que l'électrode agit comme cathode, l'oxyde qui en résulte est alors susceptible de se dissoudre dans l'acide sulfurique concentré et l'hydrogène en excès se dégage.

Cette hypothèse ne reposant sur aucun fait précis nous a paru discutable et nous avons indiqué, *a priori*, que la théorie que nous proposions pour le cas du cyanure pouvait s'appliquer à celui de l'acide sulfurique.

Une réplique de M. Ruer [1] nous a amenés à étudier en détail la réaction en utilisant, comme nous l'avions fait dans le cas du cyanure, le courant redressé fourni par une soupape électrolytique.

Nous avons alors constaté que le platine se dissout à l'anode, la solution se colore du fait de la formation de sulfate et le métal se dépose à la cathode. L'addition d'un oxydant, loin de favoriser la dissolution du métal à l'anode, atténue au contraire cette dissolution; par contre elle empêche la précipitation du platine à la cathode, la réduction portant sur l'oxydant.

La dissolution du platine n'est donc pas une action spécifique du courant alternatif, elle est propre au courant à intensité variable.

Dans le cas du courant alternatif, nous avons observé également une réduction importante de l'oxydant; c'est ainsi que, pendant un essai, une solution d'acide sulfurique renfermant 250^g par litre d'acide persulfurique est passée à 100^g par litre, avec un rendement moyen de 70 pour 100 environ. Résultat du même ordre de grandeur que ceux obtenus, dans des conditions aussi voisines que possible, soit avec le courant continu, soit avec le courant redressé.

Si l'on compare les quantités d'électricité mises en jeu, on y voit que la dissolution du platine dans l'acide sulfurique est très faible vis-à-vis de la réduction de l'oxydant.

D'autre part, nous avons établi la cause de la dissolution du platine dans l'acide sulfurique lorsque l'on superpose l'action anodique du courant continu à l'action du courant alternatif. C'est encore à la variation de la densité du courant que l'on peut attribuer l'attaque du métal.

Ces essais établissent donc d'une façon bien nette que, contrairement à ce qui se passe avec les cyanures, la dissolution du platine dans l'acide sulfurique est due à une réaction de l'anode. Sauf ce point, tous les faits que nous venons de passer en revue sont en contradiction formelle avec les hypothèses de Ruer.

Dans un Mémoire plus détaillé, nous donnerons nos conditions d'expériences; résumons ici les résultats de la présente série de recherches.

Conclusions. — 1° Le courant à intensité variable provoque la dissolution du platine dans l'acide sulfurique.

2° Le courant alternatif n'a pas d'action spécifique du fait du changement de sens du courant, et les résultats que l'on observe correspondent à la résultante des phénomènes anodique et cathodique.

---

(1) R. Ruer, *Zeitsch. f. Elektroch.*, t. XI, 1905, p. 10.

3° Sans oxydant, la dissolution du métal agissant comme anode, et due à la variation d'intensité, est contrebalancée exactement par la précipitation sous forme de noir de platine.

4° La présence d'un oxydant n'a nullement pour effet de permettre la formation d'un oxyde supérieur de platine, ni même de favoriser sa dissolution, il empêche simplement la réduction du sel de platine du fait de sa propre réduction, de sorte que le métal reste en solution. Naturellement, la concentration du platine dans la solution est limitée, et l'on arrive à un état d'équilibre variable suivant les conditions de l'expérience.

5° Si, dans l'électrolyse de l'acide sulfurique seul, on superpose au courant alternatif l'action du courant continu, la dissolution se fait par un processus anologue, et le métal entré en solution pour une quantité donnée d'électricité anodique résultant de l'action combinée des deux courants ne sera que partiellement déposé par la seule action cathodique du courant alternatif. L'action absolue du courant alternatif est nulle, et le courant continu à intensité constante se comporte comme s'il était transformé en courant continu à intensité variable.

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés physiques comparatives du cobalt et du nickel purs.* Note de M. **H. Copaux**, présentée par M. Moissan.

Les données actuelles sur les propriétés physiques du cobalt n'ont aucune certitude. Exception faite pour l'excellent travail de M. Tilden sur la chaleur spécifique [1], les nombres antérieurs se rapportent à des métaux pris sous des états d'agrégation physique variables (mousses, métal forgé, métal fondu) et de pureté chimique inconnue. Or le mode de préparation a, pour l'exactitude du résultat final, une importance autrement grande que la sensibilité des mesures proprement dites.

J'ai repris l'étude de cette question en opérant sur du cobalt fondu, dont la pureté a été contrôlée par analyse.

En outre, bien que nos connaissances sur le nickel soient plus précises, j'ai tenu à comparer, sur des données personnelles, deux éléments aussi voisins : ce sont les résultats de cette comparaison que je présente ici.

Purification du cobalt. — J'ai transformé le chlorure de cobalt commercial en

---

(1) Tilden, *Trans. Roy. Soc.*, t. CCI, 1903, p. 37.

chlorure pentaminecobaltique. Après double précipitation, ce sel est exempt de nickel ou, plus exactement, il en renferme des dix-millièmes, que la photographie spectrale seule m'a permis de retrouver. Il est ensuite converti en oxalate cobalteux et celui-ci, calciné dans une atmosphère d'hydrogène, abandonne du cobalt en mousse compacte.

Purification du nickel. — Le chlorure de nickel commercial est débarrassé de cobalt par addition de nitrite de potassium en excès et saturation par l'anhydride azoteux. Dans de telles conditions, le cobalt est éliminé très complètement; j'en ai difficilement retrouvé des traces par le nitroso-β-naphtol [1]. Le nickel est précipité dans les eaux mères à l'état de chlorure ammoniacal, $NiCl^2.6AzH^3$, puis converti en oxalate et enfin en métal.

Fusion des métaux. — S'il est relativement simple de purifier le cobalt et le nickel, il est moins facile de les fondre sans les altérer.

Le cobalt, chauffé sans précautions particulières, s'oxyde énergiquement. Bien qu'il dissolve assez peu son oxyde, il forme une masse pâteuse, qui ne se rassemble pas, à la température de fusion du métal. Chauffé dans l'hydrogène, il fond régulièrement, mais il absorbe un certain volume de gaz, qu'il restitue en se solidifiant : on retrouve au sein du lingot des bulles emprisonnées.

J'ai tourné la difficulté en opérant comme il suit : la mousse métallique est chauffée au four de Fletcher, dans un creuset de silicate d'alumine, brasqué à l'aluminate de chaux. Un courant d'hydrogène purifié arrive par le fond de l'appareil; je l'interromps immédiatement après fusion et je laisse refroidir. Le lingot obtenu, pesant 30^g à 50^g, n'est oxydé qu'à la surface; il est sain et forgeable au rouge, condition très importante pour façonner les barrettes propres à la mesure de la résistivité électrique et des propriétés mécaniques.

Cette manière de faire n'est pas applicable au nickel. Le nickel, en effet, a la propriété de dissoudre son oxyde, en l'amenant à l'état de Ni^2O, tout comme le cuivre dissout le sien, à l'état de Cu^2O. En interrompant le courant d'hydrogène pendant la solidification, le métal se réoxyde dans la masse et ne se martèle plus, même au rouge, sans gerçures profondes.

Si l'on maintient l'afflux d'hydrogène, le nickel est pur, mais il a pour ce gaz une grande affinité et roche abondamment. On peut, sans inconvénient, mesurer sur de tels échantillons la chaleur spécifique et même la densité, mais non plus la résistivité et la charge de rupture.

Pour déterminer ces valeurs sur le nickel, j'ai pris, à défaut de barreaux fondus, des baguettes de mousse comprimée à la presse hydraulique, forgée, tournée, puis recuite dans l'hydrogène.

Propriétés. — En somme, le cobalt et le nickel fondus, à l'état de pureté où j'ai pu les obtenir, renferment $\frac{1}{2000}$ à $\frac{1}{4000}$ de métalloïdes, dosés comme résidu de la dissolution du métal dans le chlorure de cuivre et de potassium.

Ce sont des métaux magnétiques, très cristallins, non malléables à froid, assez différents pour qu'on les distingue au premier coup d'œil : le cobalt est brillant et blanc d'argent, le nickel est gras et terne.

---

(1) H. Copaux, *Bull. Soc. ch.*, 3e série, t. XXIX, 1903, p. 301.

Voici, quant au reste, mes déterminations, auxquelles je joins pour comparaison les données antérieures, dont l'origine est indiquée dans mes articles Cobalt et Nickel du *Traité de Chimie minérale* de M. Moissan.

	Valeurs observées.		Données antérieures.		
	Cobalt.	Nickel.	Cobalt.	Nickel.	Unités.
Densité à 15°	8,8	8.8	7,96-9,5	8,3-9,2	Eau à 4° = 1
Dureté	5,5	3,5	?	?	Échelle de Mohr
Point de fusion	1530°	1470°	1600°-1800°	1480° (¹)	
Chaleur spécifique de 20° à 100°	0,104	0,108	0,103 (²)	0,108 (²)	Eau à 15° = 1
Résistivité électrique à 0°	5,5	6,4	?	6,9	microhms-cm
Coefficient de température de 0° à 20°	0,0055	0,0061	?	0,0061	
Charge de rupture	50	42	115	90-55	kg par mm²

Les valeurs de la charge de rupture doivent être considérées comme de simples renseignements et non comme des constantes. On sait que les propriétés mécaniques des métaux sont profondément altérées par les moindres variations moléculaires : une barrette forgée et recuite ne saurait être assimilée mécaniquement à un lingot fondu. Je réserve d'ailleurs, pour un Mémoire plus détaillé, tout ce qui concerne le choix des méthodes et la discussion de mes résultats.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du permanganate de potassium sur les sels d'hydroxylamine* (*nitrate, phosphate, arséniate*). Note de M. L.-J. SIMON, présentée par M. Moissan.

Lorsqu'on fait agir sur une solution neutre de nitrate d'hydroxylamine une solution décinormale de permanganate, celui-ci est décoloré; on voit apparaître un précipité brun d'oxyde de manganèse qui se redissout par agitation. Dès que l'on ajoute une certaine quantité de permanganate, ce précipité cesse de se dissoudre, ce qui fait apparaître une teinte jaunâtre assez facile à saisir.

L'oxydation de l'hydroxylamine est alors complète et peut alors être représentée par l'équation

$$2MnO^2K + 5NO^3HNH^2OH = 2[(NO^3)^2Mn] + 2NO^2K + 2N^2O + 10H^2O.$$

(¹) HOLBORN et WIEN, *Wiedemann's Ann.*, t. LVI, 1895, p. 361.
(²) TILDEN, *loc. cit.*

1 molécule d'hydroxylamine réduit donc dans ces conditions $0^{mol},40$ de permanganate; nous avons indiqué antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1339) le même résultat pour le chlorhydrate et le sulfate d'hydroxylamine.

La solution obtenue est neutre aux indicateurs colorés; si à ce moment on acidifie, la teinte jaunâtre du virage précédent disparaît et la liqueur est capable de décolorer une nouvelle quantité de l'oxydant. L'allure de la réduction est celle que l'on observe dans le dosage des nitrites et la quantité de permanganate est celle que fournit le calcul fondé sur l'équation précédente : 2 molécules de nitrite de potassium exigent $\frac{4}{5}$ de molécule de permanganate. Pour 1 molécule d'hydroxylamine, il faut ainsi employer $\frac{4}{25}$ de molécule ou $0^{mol},16$ de permanganate.

Les choses se passent de même qualitativement, *mais non quantitativement*, pour le chlorhydrate et le sulfate (*loc. cit.*); la quantité de permanganate qui intervient dans la seconde phase est moitié de ce qu'elle est ici, soit $0^{mol},08$ d'oxydant.

Avec le phosphate ou l'arséniate d'hydroxylamine, les résultats sont analogues qualitativement mais quantitativement très différents. L'oxydation dans la première phase peut être représentée par l'équation suivante pour le phosphate :

$$12MnO^4K + 16(PO^4H^3 3NH^2OH)$$
$$= 4[(PO^4)^2Mn^3] + 6PO^4H^2K + 2PO^4HK^2 + 2NO^2K + 40N + 3N^2O + 89H^2O.$$

Pour l'arséniate l'équation serait identique. On voit qu'une molécule de permanganate oxyde 4 molécules d'hydroxylamine. Inversement 1 molécule d'hydroxylamine réduit $0^{mol},25$ d'oxydant; ce quotient moléculaire est différent de celui qui correspond aux autres sels d'hydroxylamine (nitrate, sulfate, chlorhydrate); c'est le même que pour l'oxalate (*loc. cit.*).

Lorsqu'on acidifie, on peut réduire une nouvelle quantité de permanganate, à la vérité fort petite, égale au quinzième de la précédente, soit $0^{mol},0166$. La nature de l'acide intervient donc dans le procès de réduction du permanganate par l'hydroxylamine : le pouvoir réducteur total de l'hydroxylamine passe de $0^{mol},27$ à $0^{mol},56$, c'est-à-dire de 1 à 2, suivant qu'elle se trouve à l'état de phosphate et arséniate ou nitrate.

Action du permanganate de potassium en présence d'acides. — Les choses sont encore beaucoup moins simples si l'on acidifie dès le début. D'une manière générale le pouvoir réducteur est augmenté. Le pouvoir maximum semble, dans une certaine mesure, être indépendant de l'acide; il oscille

autour de la valeur 0,8 du quotient moléculaire, ainsi que cela résulte du Tableau suivant que j'extrais de données numériques nombreuses qui seront consignées ailleurs :

10^{cm^3} nitrate ($\theta = 0,263$), 200^{cm^3} eau, 18^g SO^4H^2 pur......	0,770
» » 20^g PO^4H^3 crist......	0,850
» » 30^g NO^3H pur.......	0,827
$0^g,1864$ phosphate, 300^{cm^3} SO^4H^2 ($\theta = 0,483$).............	0,802
$0^g,4972$ » 200^{cm^3} eau, 100^{cm^3} PO^4H^3 ($\theta = 1,012$)..	0,808
$0^g,5148$ » 100^{cm^3} eau, 200^{cm^3} PO^4H^3 ($\theta = 1,012$)..	0,810
$0^g,7624$ arséniate et acide sulfurique.....................	0,810

Ces valeurs sont beaucoup plus élevées que dans le cas examiné tout d'abord. Mais, si la teneur en acide est trop faible, la valeur maximum n'est pas atteinte ; il en est de même si la concentration en acide est trop forte. En outre, la valeur observée dépend de la température et de la vitesse avec laquelle l'opération est conduite ; à ce point que deux opérations effectuées successivement dans des conditions identiques à la vitesse près ont fourni des nombres différant l'un de l'autre du quinzième de leur valeur.

Il ne peut donc être question d'utiliser pour le dosage de l'hydroxylamine l'oxydation directe par le permanganate en liqueur acide. J'ai proposé antérieurement (*loc. cit.*) un mode d'emploi beaucoup plus régulier de cet oxydant pour le même but ; j'en indiquerai prochainement les conditions et le degré de précision.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxygène quadrivalent.* Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Communication antérieure, j'ai montré que l'action des chlorures d'acides sur l'éthéroiodure de magnésium met en évidence la quadrivalence de l'oxygène dans ce composé et en établit la constitution. L'expérience montre que le magnésium peut être remplacé par le zinc, mais les combinaisons de l'iodure de zinc avec les éthers-oxydes ont moins de tendance à cristalliser que les dérivés correspondants de l'iodure de magnésium. Cependant, en partant de l'oxyde d'éthyle, j'ai réussi à isoler un composé cristallisant en beaux prismes et répondant à la formule

$$(C^2H^5)^2O(I)-Zn-(I)O(C^2H^5)^2.$$

Ce corps est beaucoup moins stable que l'éthéroiodure de magnésium et,

par chauffage au bain-marie dans le vide, il ne laisse qu'un résidu d'iodure de zinc. Vis-à-vis du chlorure de benzoyle, il se comporte comme le dérivé magnésien correspondant, mais la réaction s'effectue plus facilement. En raison de ce fait, je me suis adressé de préférence aux dérivés iodozinciques pour les recherches que je vais indiquer.

J'ai déterminé d'abord dans quel sens s'effectue la réaction du chlorure de benzoyle sur les iodozincates des éthers-oxydes lorsqu'on part d'un éther dissymétrique. L'expérience montre qu'avec l'iodozincate de l'oxyde de méthyle et d'amyle, on obtient de l'iodure de méthyle et du benzoate d'amyle. C'est donc le radical le moins carboné qui passe à l'état d'iodure, le radical le plus carboné étant transformé en éther-sel.

Cette conclusion n'est cependant valable qu'autant que l'éther est exclusivement acyclique. Dans le cas où l'un des radicaux carbonés est cyclique et fixé directement à l'atome d'oxygène par un atome de carbone du noyau, le résultat observé est différent. Dans ce cas, en effet, l'atome d'oxygène est très peu basique, comme je l'ai déjà indiqué, l'iodozincate est, par suite, très instable et n'intervient pas dans la réaction. Le chlorure d'acide réagit alors sur un atome de carbone du noyau, avec élimination d'hydracide, et l'anisol, par exemple, donne le *p*-benzoylanisol.

Dans le cas des acétals, la réaction est tout à fait comparable à celle qu'on observe avec les éthers oxydes acycliques à fonction simple. L'un des radicaux carbonés terminaux est transformé en éther-sel, tandis que le reste de la molécule, fixant un atome d'iode, donne un éther-oxyde iodé. Celui-ci, en milieu aqueux, se décompose immédiatement en aldéhyde, alcool et acide iodhydrique :

$$C^2H^5-O-CH^2-O(C^2H^5)(I)-Zn-(I)(C^2H^5)O-CH^2-O-C^2H^5+2C^6H^5-COCl$$
$$=2C^6H^5-CO^2C^2H^5+ZnCl^2+2C^2H^5-O-CH^2I.$$

J'ai constaté, d'autre part, que l'orthoformiate d'éthyle donne avec l'iodure de magnésium une combinaison très bien cristallisée, répondant à la formule

$$(C^2H^5O)^2CH-O(C^2H^5)(I)-Mg-(I)(C^2H^5)O-CH(O-C^2H^5)^2.$$

Ce composé s'obtient très facilement en ajoutant peu à peu de l'orthoformiate d'éthyle dans une solution éthérée de la combinaison iodomagnésienne de l'oxyde d'éthyle. Ce dernier corps est déplacé, avec ébullition, et le dérivé orthoformique se précipite. Le dérivé iodozincique correspondant réagit énergiquement sur le chlorure de benzoyle. Les produits formés sont du formiate, de l'iodure et du benzoate d'éthyle.

J'ai enfin étudié l'action du chlorure de benzoyle sur la combinaison iodozincique de l'acétate d'éthyle. Dans ce cas, la réaction est lente et nécessite un chauffage au bain-marie. Les corps qui prennent naissance sont principalement le chlorure d'acétyle et l'iodure d'éthyle. Il ne se forme que des traces de benzoate d'éthyle.

On voit, par les recherches précédentes, que les composés mono-, di- et trioxydiques (éthers-oxydes, acétals, orthoéthers) donnent des combinaisons iodomagnésiennes du même type, renfermant 1^{mol} d'iodure de magné-

sium pour 2^{mol} du composé oxydique. Toutes ces combinaisons réagissent d'une manière analogue sur le chlorure de benzoyle et les réactions observées mettent en évidence l'union intime de la molécule minérale et de la molécule organique, par l'intermédiaire d'un atome d'oxygène quadrivalent. Dans le cas des éthers-sels, la combinaison iodomagnésienne répond à un type différent : $(CH^3 - CO^2C^2H^5)^6MgI^2$. De même, la réaction sur le chlorure de benzoyle n'est pas absolument comparable. Il ne me semble pas impossible que, dans ce cas, la fixation ait lieu, non plus sur l'oxygène quadrivalent, mais sur la double liaison du groupement CO. Cette hypothèse permet également d'expliquer avec facilité la réaction fournie par le chlorure de benzoyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition de l'alcool o-nitrobenzylique, sous l'influence de la soude aqueuse, et de la soude alcoolique.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. Moissan.

L'alcool *o*-nitrobenzylique subit, en liqueur alcaline, des phénomènes d'oxydation et de réduction, aux dépens de son groupement nitré et de son groupement alcool. Je me suis proposé d'étudier la nature des produits formés, suivant que cette décomposition est provoquée par la soude aqueuse ou par la soude alcoolique.

D'après M. Jaffé [1], la décomposition de l'alcool *o*-nitrobenzylique sous l'influence de la soude aqueuse fournit de l'acide azoxybenzoïque et du nitrotoluène. Ce fait est en contradiction avec une expérience de M. Joh. Maier [2], qui, en traitant les aldéhydes *o*-, *m*- et *p*-nitrobenzoïques par la lessive de soude n'obtint que les acides azoïques correspondants; cet auteur admet, en effet, que ces acides azoïques résultent de l'oxydation et de la réduction simultanées des alcools nitrobenzyliques qui prennent naissance quand on fait agir la soude étendue sur les aldéhydes nitrées. M. Freundler [3], ayant répété l'expérience de M. Jaffé, obtint des résultats différents; il a bien voulu m'abandonner l'étude de cette réaction.

Lorsqu'on chauffe l'alcool *o*-nitrobenzylique avec la soude aqueuse, on obtient les produits suivants :

L'aldéhyde *o*-nitrobenzoïque, caractérisée à l'état de *p*-nitrophénylhydrazone, qui

(1) Jaffé, *Zeitschrift für Phys.*, t. II, p. 55.

(2) Joh. Maier, *D. ch. G.*, t. XXXIV, 1901, p. 4134.

(3) Freundler, *Bul. Soc. chim.*, t. XXXII, 1904, p. 878.

cristallise dans l'acide acétique en petits prismes rouges fusibles à 263°; l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque, caractérisée par son chloromercurate, $2\,C^6H^4\begin{matrix}\diagup CHO\\ \diagdown NH^2.HCl\end{matrix}, 3\,HgCl^2$, lequel cristallise dans l'eau en belles aiguilles fusibles à 149°; ces deux aldéhydes se forment toujours en faible quantité. Les produits dominants sont : l'acide anthranilique, l'acide *o*-azobenzoïque, et enfin l'aldéhyde acide *o*-azobenzoïque

$$C^6H^4\begin{matrix}\diagup CHO\ \ CO^2H \diagdown \\ \diagdown \quad N=N \quad \diagup\end{matrix}C^6H^4;$$

cette dernière n'a pu être isolée, mais elle a été caractérisée par son oxime qui cristallise dans l'acide acétique en paillettes orangées fusibles à 232°, et par sa semi-carbazone, qui se présente en fines aiguilles orangées fusibles à 240°. Cette aldéhyde acide possède la propriété curieuse de se transformer, lentement à froid, et rapidement à chaud, en un composé jaune pâle, fusible vers 294°, signalé par M. Freundler (*loc. cit.*). Ce composé répond à la formule $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$; par hydrolyse, il fournit de l'acide *o*-hydrazobenzoïque; il peut être reproduit, avec un faible rendement il est vrai, en chauffant l'acide *o*-hydrazobenzoïque. Sa formation aux dépens de l'aldéhyde acide *o*-azobenzoïque s'effectuerait de la façon suivante : cette aldéhyde acide subirait une oxydation et une réduction simultanées pour donner [1] de l'acide *o*-hydrazobenzoïque, lequel, à l'état naissant, subirait une déshydratation pour donner le corps $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$.

$$\begin{matrix}CHO & CO^2H \\ -N & =N-\end{matrix} + H^2O \rightarrow \begin{matrix}CO^2H & CO^2H \\ -NH & -NH\end{matrix} - H^2O \rightarrow (C^{14}H^8N^2O^2)^2.$$

Contrairement aux indications de M. Jaffé, je n'ai jamais obtenu d'acide azoxybenzoïque, ni de nitrotoluène.

La soude alcoolique réalise une décomposition, différente de celle produite par la soude aqueuse. On obtient les composés suivants :

L'alcool *o*-aminobenzylique, l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque, l'anthranile, l'acide anthranilique, l'alcool indazyl-*o*-benzylique, tous en faible quantité; les produits principaux sont l'acide indazyl-*o*-benzoïque, et l'aldéhyde acide-*o*-azobenzoïque, ou bien son produit de transformation, le composé $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$.

J'insisterai seulement ici sur la présence de l'anthranile. La formation de ce corps en liqueur alcaline constitue en effet, ainsi que l'a fait remarquer M. Freundler [2], une preuve de plus contre sa formule amidique. J'ai réussi à séparer l'anthranile de l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque qui l'accompagne par l'intermédiaire de son chloromercurate. Le chloromercurate d'anthranile est beaucoup moins soluble dans l'eau que celui de l'aldéhyde *o*-aminobenzylique; j'ai obtenu ainsi le chloromercurate d'anthranile [3] fusible à 178°.

---

(1) Des phénomènes analogues ont été signalés par M. Freundler dans ses *Recherches sur la transformation des azoïques orthosubstitués en dérivés indazyliques* (*Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, 1904, p. 865).

(2) Freundler, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, 1904, p. 877.

(3) Bamberger, *D. ch. G.*, t. III, 1901, p. 3875.

En résumé, sous l'influence de la soude aqueuse, le groupe NO^2 de l'alcool *o*-nitrobenzylique est réduit aux dépens du groupement alcool, qui disparaît complètement pour être transformé en groupement acide, ou en groupement aldéhydique; tandis que, sous l'influence de la soude alcoolique, la réduction du groupe NO^2 s'effectue, en partie aux dépens de l'alcool introduit, en partie aux dépens de l'alcool *o*-nitrobenzylique; nous retrouvons alors des composés alcooliques et des composés indazyliques qui peuvent provenir de la déshydratation d'alcools azoïques, ainsi que l'a établi M. Freundler (*loc. cit.*). L'éthylate de sodium agit d'une façon analogue à celle de la soude alcoolique, avec cette petite différence que la proportion du groupement alcool non altéré est un peu plus élevée. Enfin, les quantités relatives des produits formés varient avec la teneur en soude de la liqueur aqueuse ou alcoolique.

Une étude analogue est entreprise sur les alcools *m*- et *p*-nitrobenzyliques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilabilité comparée des sels ammoniacaux, des amines, des amides et des nitriles.* Note de M. L. LUTZ, présentée par M. Guignard.

Dans une suite de travaux publiés précédemment [1] j'ai montré que certains composés azotés organiques appartenant aux trois séries des amines, amides et nitriles sont, à des degrés divers, assimilables par les végétaux et j'ai établi pour chacun de ces groupes l'ordre d'assimilabilité de leurs différents termes. Il restait à coordonner ces résultats en examinant comparativement l'action exercée sur les plantes par des corps de même grandeur moléculaire appartenant aux trois catégories. Je me suis borné à l'étude des termes inférieurs de la série grasse, les composés plus complexes étant moins assimilables ou ne l'étant pas du tout, de même que ceux de la série aromatique.

Les Champignons devaient, pour des raisons qu'il est inutile d'exposer de nouveau, fournir les végétaux de culture; j'ai utilisé l'*Aspergillus niger*, l'*Aspergillus repens* et le *Penicillium glaucum*. Leur ensemencement a été fait comme de coutume sur

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1277. — *Ann. Sc. nat. Bot.*, 8ᵉ série, t. VII, 1899, p. 1. — *Comptes rendus Congr. Soc. sav.*, Mémoires, XVI, 1900, p. 151. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, t. XLVIII, 1901, p. 325.

des modifications du liquide de Raulin, dont la composition élémentaire restait constante quelle que fût la source d'azote employée.

Ces liquides, répartis dans des fioles d'Erlenmeyer, à raison de 50$^{cm^3}$ par fiole, ont été stérilisés par tyndalisation, puis ensemencés avec quelques spores du Champignon choisi, prélevées aseptiquement sur une culture pure.

L'*Aspergillus niger* et l'*Aspergillus repens* ont été maintenus à la température de 38°, le *Penicillium* à la température ordinaire. Après développement suffisant et fructification complète, les thalles ont été recueillis sur des filtres tarés, puis lavés soigneusement, séchés et pesés. Les résultats, conformes d'ailleurs aux observations journalières qui ont pu être faites au cours de la végétation, sont résumés ci-après :

I. — *Aspergillus niger.*

Durée de l'expérience : 2 janvier-28 janvier 1905.

Raulin modifié....	0g,869				
Monométhylamine.	1g,320	Formiamide....	1g,371		
Monoéthylamine...	0g,825	Acétamide.....	1g,593	Acétonitrile...	traces
Propylamine......	1g,056	Propionamide..	0g,897	Propionitrile..	traces
Butylamine.......	traces	Butyramide....	0g,616	Butyronitrile..	traces

II. — *Aspergillus repens.*

Durée de l'expérience : 2 janvier-16 janvier 1905.

Raulin modifié....	1g,105				
Monométhylamine.	0g,907	Formiamide....	0g,935		
Monoéthylamine...	0g,631	Acétamide.....	0g,748	Acétonitrile...	traces
Propylamine......	0g,907	Propionamide..	0g,900	Propionitrile..	0g,052
Butylamine.......	traces	Butyramide....	0g,896	Butyronitrile..	traces

III. — *Aspergillus repens.*

Durée de l'expérience : 5 janvier-22 janvier 1905.

Raulin modifié....	0g,681				
Monométhylamine.	0g,877	Formiamide....	0g,835		
Monoéthylamine...	0g,702	Acétamide.....	0g,726	Acétonitrile...	0g,182
Propylamine......	»	Propionamide..	0g,879	Propionitrile..	0g,003

IV. — *Penicillium glaucum.*

Durée de l'expérience : 2 janvier-12 février 1905.

Raulin modifié....	0g,732				
Monométhylamine.	0g,849	Formiamide....	0g,838		
Monoéthylamine...	0g,243	Acétamide.....	0g,904	Acétonitrile...	traces
Propylamine......	0g,350	Propionamide..	0g,909	Propionitrile..	0g,056
Butylamine.......	traces	Butyramide....	0g,876	Butyronitrile..	0g,041

J'avais constaté précédemment que l'assimilabilité des amines est en raison inverse de leur grandeur moléculaire, tandis que celle des amides échappe presque complètement à cette règle, et que celle des nitriles est à peu près nulle.

Les résultats précédents montrent de plus que les amides sont, de tous ces corps azotés, les plus assimilables; les rendements en leur présence sont, dans le cas des Champignons, supérieurs à ceux obtenus dans le liquide de Raulin, c'est-à-dire avec les sels ammoniacaux. Les amines occupent le second rang et les nitriles le troisième.

Cette conclusion est en parfaite concordance avec ce que nous savons de la constitution chimique de ces divers corps, ceux dont la molécule est la plus simple devant être théoriquement et étant pratiquement les meilleures sources d'azote pour les végétaux.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Répartitions successives de l'estragol et des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante annuelle.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

Après avoir étudié (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 928) la formation et la distribution de l'huile essentielle dans une plante annuelle, le basilic (*Ocymum basilicum*), nous avons examiné comment se répartissent, au fur et à mesure de la végétation, les diverses substances qui forment l'essence et recherché les causes qui président aux variations de ces substances. Pour cela nous avons établi la composition des essences extraites de la plante dans les conditions et aux époques indiquées dans la Note citée plus haut. Les résultats de nos analyses ne sauraient trouver ici leur place; ils seront publiés en détail dans le *Bulletin de la Société chimique*. Nous nous bornerons donc à en indiquer la nature et à présenter les conclusions qu'ils appellent.

Aux diverses époques de la vie végétale nous avons comparé entre elles, au point de vue de leur composition et de leur solubilité relative, les huiles essentielles des divers organes de la plante. Nous avons établi les variations que subissent les essences à ce double point de vue, dans les parties vertes, dans les inflorescences et dans la plante entière. Nous avons déterminé les quantités absolues des divers produits odorants renfermés dans chacun des principaux organes, et observé les variations qu'elles subissent au cours de la végétation. La connaissance de la distribution des consti-

tuants des huiles essentielles nous a permis de suivre les modifications successives subies par les poids de ces substances dans les différentes parties de chaque pied.

Durant la période qui précède l'apparition des premières inflorescences une huile essentielle assez pauvre en estragol et par conséquent riche en composés terpéniques s'accumule dans les parties vertes. Cette huile essentielle est relativement soluble, car nous avons constaté que les composés terpéniques, et principalement les composés terpéniques autres que le linalol, sont plus solubles que l'estragol. Sa composition correspond à un produit en quelque sorte rajeuni. *Les premières inflorescences* qui, d'ailleurs, ne terminent encore que les pousses les plus vieilles, *renferment une essence moins soluble, c'est-à-dire plus riche en estragol.* Il est probable que, pendant la formation dans les jeunes pousses d'une essence nouvelle, riche en composés terpéniques, une certaine fraction de ces composés a été consommée dans l'inflorescence. Cette manière de voir cadre parfaitement avec le fait que, à l'abri de la lumière, la plante consomme des composés terpéniques. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'il en puisse être ainsi chez la fleur; et d'ailleurs, nous allons voir que, dans la suite, cette consommation deviendra manifeste, car elle ne sera finalement plus compensée par la formation de nouvelles quantités d'essence.

Lorsque la floraison est avancée et que la fleur a accompli ses fonctions, on constate que le poids d'essence diminue dans les parties vertes et augmente dans les inflorescences. En même temps *la solubilité de l'huile essentielle décroît dans les parties vertes et devient moindre que dans les sommités fleuries.* Ce fait concorde avec nos conclusions antérieures relatives à la migration des composés odorants des organes chlorophylliens vers la fleur. En effet, on conçoit qu'une portion relativement soluble, en dissolution d'abord chez la feuille, gagne la tige par osmose et se déverse ensuite dans la fleur où, au travail de la fécondation et à la formation des réserves, correspond un appel de matières organiques. Chaque fois que la combustion des substances, leur consommation ou leur insolubilisation produira dans la fleur un abaissement de pression osmotique, des principes immédiats s'y rendront venant de la feuille; les essences y seront appelées ainsi tout comme les autres substances; mais, produits peu solubles arrivant dans un milieu qui en renferme déjà, elles se précipiteront et pourront ainsi s'accumuler.

Malgré cela, la solubilité de l'essence d'inflorescences n'augmente pas; c'est que *la solubilité de l'essence de la plante entière décroît par suite de la*

diminution de sa teneur en composés terpéniques. Il en résulte que ces composés sont partiellement consommés dans l'inflorescence. Mais jusqu'ici la production l'a emporté sur la consommation.

Plus tard, *lorsque la fleur aura accompli ses fonctions, lorsque la graine aura mûri,* on observera que le poids d'essence aura augmenté dans les parties vertes et décru dans les inflorescences. *L'huile essentielle, en s'accumulant dans les organes chlorophylliens, y devient plus soluble, car elle s'enrichit en composés terpéniques et notamment en composés terpéniques autres que le linalol.* Cet ensemble de faits tend à montrer que, à la fin de la végétation, l'essence revient en partie dans les organes verts. Malgré ce retour à la tige et à la feuille, *la solubilité de l'essence d'inflorescences ne semble pas avoir décru; c'est qu'un travail chimique s'est accompli réduisant la solubilité de l'essence de la plante entière.* Effectivement, il y a eu une *consommation d'estragol et de composés terpéniques* qui l'a emporté sur leur production, et cela notamment en ce qui concerne l'estragol.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'analyse dite* physico-chimique *de la terre arable.* Note de M. **H. Lagatu**, présentée par M. Müntz.

Depuis 1891, j'ai effectué des recherches continues sur les relations logiques qu'on peut établir entre la technique agricole et l'analyse des terres, en vue de l'amélioration des rendements.

On sait que l'analyse des terres utilise, concurremment avec les méthodes scientifiques de la chimie analytique, des procédés purement conventionnels, qui donnent à cette branche de l'analyse un caractère quelque peu incertain, en sorte que la critique personnelle est constamment requise pour l'interprétation des résultats, chacun d'eux n'ayant toute sa signification qu'à la condition de n'être abstrait ni de la convention qui le régit, ni de l'ensemble des autres résultats, ni même des autres facteurs du milieu agricole. Il s'agit donc de rechercher dans un ordre de faits très complexes, où la principale ressource réside dans la multiplicité des cas envisagés.

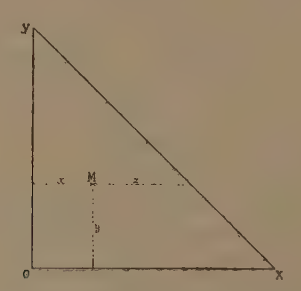
Peu après leur publication, en 1891, j'ai pris comme point de départ les conventions analytiques proposées par le *Comité consultatif des stations agronomiques,* dont M. Müntz fut le rapporteur. J'ai effectué selon ces conventions un très grand nombre d'analyses détaillées. Les terres, d'origine très diverse, ont été observées sur place; je me suis documenté à leur égard auprès des cultivateurs, et, pour beaucoup d'entre elles, j'ai suivi leurs vicissitudes culturales.

A l'heure actuelle, je crois être en mesure d'énoncer, pour les méthodes du Comité des stations, des règles d'interprétation, d'une application assez sûre et assez aisée, sans laquelle, on en conviendra, l'emploi de ces méthodes risque, soit de conduire à des conclusions erronées, soit de demeurer un stérile exercice de laboratoire.

La présente Note a pour objet d'énoncer les problèmes distincts en lesquels il convient, à mon sens, de subdiviser l'interprétation de ce qu'on appelle couramment l'*analyse physico-chimique* des terres si bien étudiée par M. Th. Schlœsing. J'indiquerai préalablement un mode de représentation graphique uniforme des documents que cette analyse fournit pour chacun de ces problèmes.

Représentation graphique. — Les valeurs simultanées que prennent trois variables x, y, z, soumises à la seule condition que leur somme reste constante ($x + y + z = k$), peuvent être représentées sur une surface plane : le système ne comprend, en effet, que deux variables indépendantes.

Considérons, par exemple, un triangle rectangle isoscèle [1] dont le côté



de l'angle droit est mesuré par le nombre k. Soit M un point pris à l'intérieur de ce triangle et déterminé par les deux valeurs x et y comptées en coordonnées rectangulaires, les côtés de l'angle droit du triangle étant pris comme axes. Le prolongement z de l'une des deux coordonnées est tel que l'on a, quel que soit M,

$$x + y + z = k.$$

Donc tout point M pris à l'intérieur du triangle est représentatif d'un sys-

---

(1) En prenant pour triangle de référence un triangle équilatéral et pour coordonnées les distances aux trois côtés, on gagnerait en symétrie, mais on perdrait l'avantage des deux coordonnées rectangulaires, plus familières au monde agricole.

tème de valeurs simultanées de trois variables à somme constante, et réciproquement. La corrélation est sans ambiguïté.

Ce mode de représentation peut être appliqué :

1° A la terre complète considérée comme somme des trois constituants *cailloux, graviers, terre fine* (résultats des tamisages) : étude de la désagrégation de la masse totale, donnant la valeur naturelle relative des terres issues d'une même roche mère et indiquant, par suite, l'intensité de la culture dont elles peuvent être l'objet;

2° A la terre fine considérée comme somme des trois constituants *argile, sable fin, sable grossier* [1] (résultats des lévigations) : étude de la constitution mécanique donnant des indications sur la perméabilité, l'aération et, par suite, sur les labours, les drainages, les formes d'engrais, en vue de leur appropriation à ces conditions mécaniques;

3° A la terre fine considérée comme somme des trois constituants *calcaire, argile, sable siliceux* (résultats des séparations chimiques adjointes aux lévigations) : étude de la constitution minéralogique définie, selon l'usage simpliste des agriculteurs, donnant des indications sur l'activité chimique de la terre et, par suite, sur les formes d'amendements et d'engrais appropriées à ces conditions chimiques.

L'observation m'a montré que, en dehors du choix voulu d'une même variable (argile) dans les deux derniers cas, aucune liaison nécessaire n'est établie par la nature entre ces trois ordres de considérations : le point représentatif d'une terre étant fixé sur deux des trois graphiques, le point représentatif de la même terre dans le troisième graphique reste, en général, trop indéterminé pour qu'on puisse le fixer sans recourir à l'expérience. En conséquence, une analyse physico-chimique qui (ainsi qu'on en publie souvent) ne comporte pas *toutes* ces déterminations nous laisse désarmés quant à l'un des groupes de conclusions éminemment utiles dont je viens de faire l'énumération.

Pour chaque ensemble de trois variables, la surface continue du triangle représente toutes les terres possibles. On y peut découper des aires correspondant aux divers groupes de terres considérés par la technique agricole comme méritant une individualisation. De là une classification des terres faite sous les trois points de vue différents précédemment énumérés. De là également une triple nomenclature fixant pour chaque terre une dénomination (ternaire, sinon quant aux mots, du moins quant à l'idée) dont le sens sera précis.

Ces tentatives mettent en jeu des considérations distinctes, dont on ne paraît pas, jusqu'à ce jour, avoir fait nettement le départ :

1° Une estimation du rôle propre de chaque constituant : question d'analyse et d'agrologie;

---

(1) Le sable comprenant indistinctement les fragments calcaires et les fragments siliceux.

2° Une individualisation, considérée comme utile, de certains types de terres : question d'agriculture;

3° Des dénominations : question de nomenclature;

4° Une concordance cherchée avec les préoccupations et le langage des agriculteurs : question d'information.

La représentation graphique, utile pour placer clairement sous les yeux tous les cas à interpréter, est évidemment indépendante du fond de la question.

J'indiquerai ultérieurement les conclusions auxquelles je suis arrivé, conformément à ces principes, touchant la classification des terres arables d'après les résultats de l'analyse physico-chimique.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques faits relatifs au développement du rein des Élasmobranches*. Note de M. I. **Borcea**, présentée par M. Yves Delage.

Nous avons montré dans une Communication précédente (¹) que les canalicules du rein des Élasmobranches ont une ébauche double. D'ailleurs ce fait est soutenu par la majorité des auteurs, pour le rein des Vertébrés supérieurs. Nous pouvons maintenant compléter l'étude du développement. Nos observations sont tirées surtout de l'*Acanthias vulgaris*. Le canalicule rénal primaire dérive du canalicule de réunion et d'une partie de la vésicule moyenne du canal segmentaire. Après la formation de ce premier canalicule rénal, le reste de la vésicule moyenne a un aspect bilobé. Un des lobes est supérieur et l'autre inférieur, par rapport au corpuscule de Malpighi déjà formé. Tant qu'il n'y a qu'un seul canalicule rénal par segment, la métamérie primitive est conservée, mais il n'en est plus de même pour les stades plus avancés. Dans chaque segment du rein, les canalicules urinaires secondaires, tertiaires, etc., supérieurs par rapport au canalicule rénal primaire, se forment complètement aux dépens des parties provenant du même canal segmentaire (cupules séparées du lobe inférieur de la vésicule moyenne et canalicules collecteurs formés par bourgeonnement de la base du canalicule rénal primaire). Mais pour les canalicules rénaux inférieurs, leur corpuscule de Malpighi et leur partie initiale sécrétrice se forment aux dépens du lobe supérieur de la vésicule moyenne du canal segmentaire immédiatement inférieur, et ce n'est que leurs parties terminales (canalicules collecteurs de deuxième, troisième ordre, etc.) qui pro-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, n° 19.

viennent du même canal segmentaire et se forment par bourgeonnement de la base du canalicule rénal primaire.

Donc, par rapport aux restes des canaux segmentaires, non employés dans la formation du rein, les segments de celui-ci sont *inter-segmentaires* et, par conséquent, *le rein acquiert dans son développement une métamérie secondaire par rapport à la métamérie primaire des canaux segmentaires.*



1, Stade des canaux segmentaires.
2, Stade d'un seul canalicule rénal par segment.
3, Formation des canalicules rénaux secondaires.
4, Figure schématique qui représente deux segments du rein chez *Acanthias*.
A. — Les sept corpuscules qui sont compris dans l'angle A proviennent d'une même vésicule moyenne.

Nous insistons de plus sur le fait que le canal primitif du rein, ou uretère primaire, prend part à la formation du rein, non seulement en participant à la formation des canalicules de réunion, mais aussi en contribuant à

l'allongement des canaux collecteurs primaires. Ce fait est tout à fait évident pour les canaux collecteurs des segments inférieurs qui arrivent à se terminer soit séparément, soit réunis respectivement par leurs bases dans un canal collecteur commun ou uretère proprement dit.

En ce qui concerne la formation des corpuscules de Malpighi, les cupules d'origine sont d'abord fermées par du tissu mésenchymateux, embryonnaire. Celui-ci est pénétré de lacunes vasculaires. Il proémine dans la cavité des cupules. C'est aux dépens de ses éléments que se forment la membrane interne et la plus grande partie de la membrane externe de la capsule de Bowman, sauf la partie basale de celle-ci, en continuité avec la partie initiale du canalicule rénal et qui provient de la partie épithéliale de la cupule; tandis qu'aux dépens des lacunes vasculaires se formera le vaisseau du glomérule.

Enfin, chez les Elasmobranches les plus évolués (observations sur *Raia clavata*), les parties initiales des canaux segmentaires perdent leur relation avec la cavité générale et se transforment en un cordon à peu près complet de *tissu néphrogène*. Aux dépens des éléments de ce cordon se différencient des cupules, qui se développent et forment les corpuscules de Malpighi et les régions initiales des canalicules rénaux secondaires, tertiaires, etc. C'est aux dépens d'un cordon de tissu néphrogène semblable que se développent les parties initiales des canalicules du rein des Vertébrés supérieurs, aussi bien dans le corps de Wolff que dans le rein proprement dit. Il en est certainement de même pour le rein des Ganoïdes, des Téléostéens, des Dipnoï et des Batraciens.

Ces faits confirment une fois de plus que la distinction morphologique entre un mésonephros et un métanephros ne repose sur aucun argument sérieux. L'épididyme est du rein transformé et le corps de Wolff est du rein atrophié.

ZOOLOGIE. — *Sur une forme de phanères propres aux* Pandalidæ. Note de M. H. Coutière, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Décapodes de la famille des Pandalidæ possèdent un caractère assez curieux, qui ne paraît pas avoir été aperçu jusqu'à présent chez ces Crustacés.

Toute la surface du corps, carapace et appendices, est recouverte de phanères affectant la forme d'écailles lancéolées, lisses et planes, de $0^{mm},3$

à $0^{mm},5$ de longueur, sur une largeur maxima de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$, se recouvrant partiellement l'une l'autre, d'une minceur et d'une caducité extrêmes et rappelant celles des Lépidoptères. Chacune est implantée par un court et étroit pédicule dépendant de la face inférieure de l'écaille, et parcourue par une nervure médiane qui cesse rapidement d'être visible. Le pédicule est creusé d'un canal central, rappelant celui que l'on trouve à la base de tous les poils chez les Crustacés. Ces phanères sont parfaitement transparentes et ne deviennent visibles que par une coloration superficielle du spécimen, circonstance qui explique sans doute pourquoi elles sont jusqu'ici passées inaperçues.

Aucun exemplaire ne possède en entier son revêtement d'écailles; mais, comme chacune d'elles laisse par sa chute une cicatrice circulaire, que de semblables pores se trouvent sur toute la carapace, comme aussi quelques écailles sont d'ordinaire préservées au milieu de larges surfaces dénudées, on ne peut avoir aucun doute sur la continuité primitive de ce revêtement.

Les parties dénudées sont surtout les branchiostégites et les pleurons, directement et constamment exposés à des frottements et des chocs. Au contraire, le revêtement d'écailles imbriquées, d'une élégance très grande, est facile à voir dans son intégrité de part et d'autre du rostre, sur le scaphocérite de l'antenne, le bord inférieur des branchiostégites et des pleurons, la face inférieure des uropodes et du telson. Ces écailles se retrouvent d'ailleurs jusqu'à l'extrême pointe du rostre et des pattes thoraciques, sur les fouets antennulaires et les ophtalmopodes.

J'ai examiné à ce point de vue les espèces suivantes : *Pandalus borealis* Kröyer, *P. ensis* A. M.-Edwards, *P. miles* A. M.-Edwards, *P. martius* A. M.-Edwards, *P. pristis* A. M.-Edwards, *P. longipes* A. M.-Edwards, *P. geniculatus* A. M.-Edwards, *Heterocarpus ensifer* A. M.-Edwards, *H. Grimaldii* A. M.-Edwards et E.-L. Bouvier, *Chlorotocus gracilipes* A. M.-Edwards, *Pantomus parvulus* A. M.-Edwards. J'ai aussi examiné un certain nombre d'espèces non encore déterminées de Pandales, sans trouver aucune exception. Peut-être ce revêtement est-il encore plus marqué chez les espèces telles que *P. platyceros* Brandt, *P. pubescentulus* Dana, *Pandalopsis aleutica* Rathbun, indiqués par les auteurs comme ayant une « dense et courte pubescence ».

Par contre, rien de semblable ne peut être relevé chez les Hippolytidæ et les Palemonidæ. On ne trouve pas non plus de ces phanères chez les Nematocarcinidæ et les Acanthephyridæ, dont les espèces sont abyssales et pélagiques comme la plupart des Pandalidæ. Ces phanères, de forme si

spéciale, et dont je ne connais pas d'autre exemple chez les Crustacés, apparaissent donc comme un caractère propre des Pandalidæ, pouvant servir à fixer les limites de cette famille, et qu'il sera intéressant de rechercher dans d'autres groupes.

Comme toujours pour les phanères des Eucyphotes, poils ou épines, ces écailles sont beaucoup plus denses aux extrémités que dans la région cardiaque et dirigées en sens inverse. Il est intéressant de remarquer que les deux extrémités céphalique et anale étaient chez l'embryon contiguës, occupant une extrémité de l'œuf, alors que la région du cœur et des glandes génitales occupait l'autre. L'un des pôles apparaît ainsi nettement caractérisé par la prédominance des formations ectodermiques, toutes dirigées en avant, phanères et organes des sens.

HISTOLOGIE. — *Sur quelques formes anomales de l'amitose dans les épithéliums de revêtement des Mammifères.* Note de M. **Pacaut**, présentée par M. Joannes Chatin.

Le nombre des auteurs qui signalent et qui décrivent les anomalies de la division directe est assez restreint; aucun travail d'ensemble n'a encore, que je sache, résumé l'état de nos connaissances à ce sujet. Aussi m'a-t-il paru intéressant de noter quelques formes un peu spéciales d'amitose nucléaire, qu'il m'a été donné d'observer assez fréquemment au cours de recherches sur ce mode de division dans les épithéliums de revêtement des Mammifères, et en particulier dans l'épiderme normal.

Tout d'abord, l'amitose ne se présente généralement pas, dans ces tissus, absolument conforme au schéma classique de Remak.

Voici en effet ce que l'on peut observer en étudiant, par exemple, l'épithélium cutané du cobaye. L'allongement du noyau y est limité par les dimensions assez restreintes de la cellule, qui, en raison de ses rapports, ne peut guère se déformer. Aussi le pédicule reliant les deux moitiés du noyau sera-t-il extrêmement court; même, dans le cas considéré, il est en quelque sorte virtuel. Le noyau s'étire légèrement en devenant un peu plus vésiculeux; tout autour de son petit équateur se forme un sillon circulaire qui s'approfondit; de la sorte prend naissance une cloison semblable à celle que constitue un diaphragme-iris dont l'ouverture se rétrécit; au centre persiste une communication. Ce pertuis représente ici le filament qui unit les deux masses nucléaires dans l'amitose des éléments amiboïdes. Puis ce pertuis lui-même finit par s'oblitérer, et ainsi les deux noyaux-fils se trouvent parfaitement individualisés dans la cellule mère.

Dans le cas considéré se trouve de la sorte réalisée la formation de ce que j'ai appelé ([1]) un système de *noyaux géminés* (A).

A côté de cette forme normale, où les deux noyaux néoformés sont sensiblement égaux, tant en volume qu'en teneur en matière chromatique, une première anomalie consiste dans la formation de deux noyaux très nettement inégaux.

Cette inégalité comporte des degrés. Elle peut être faible et, dans ce cas, la teneur en chromatine, évaluée approximativement d'après le nombre de masses chromatiques et l'intensité de coloration de l'enchylème nucléaire, paraît être sensiblement la même dans les deux noyaux.

Ou bien l'un de ceux-ci est notablement (par exemple deux fois) plus petit que l'autre; il est arrondi, moins riche en chromatine; le plus grand, généralement allongé, s'accroît suivant son axe longitudinal (B). La physiologie d'un tel système est particulièrement intéressante; en effet, on voit fréquemment le plus grand noyau, quand il a atteint une longueur environ égale au double de sa largeur, présenter à sa partie médiane une constriction (C), en même temps que tous les signes d'une prochaine amitose. Comme, d'autre part, dans le tissu considéré, il n'est pas absolument rare de trouver des systèmes de 3 noyaux géminés dans une même cellule (*systèmes trigéminés*), il est naturel de penser que ceux-ci ont pour origine une amitose anormale de ce dernier type. Et, de fait, il m'a été donné de trouver tous les passages entre les deux stades.

L'inégalité des produits de l'amitose peut être encore beaucoup plus accentuée; dans ce cas on voit, accolé à un noyau ayant, le plus souvent, le volume et la teneur en chromatine d'un noyau normal, un autre tout petit noyau, souvent hémisphérique, qui ne possède généralement que très peu de chromatine (1 ou 2 masses) (D). On peut, dans ce cas, se demander si le nom de *division directe* du noyau est justifié, et s'il ne s'agit pas là d'un véritable phénomène de *bourgeonnement* nucléaire. Quoi qu'il en soit, je signale le fait, me réservant d'en donner ultérieurement l'interprétation.



Une autre anomalie de l'amitose peut porter, non sur le volume des produits de la division, mais sur le processus même de celle-ci.

On voit, dans ce cas, que, fréquemment, le sillon de constriction du noyau n'apparaît pas tout autour de l'un de ses équateurs, mais d'un côté seulement (E). En même temps qu'il s'approfondit, il s'étend latéralement à une plus grande portion de la mem-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 16 mai 1904, p. 1241.

brane nucléaire, mais sans embrasser complètement le noyau, sauf parfois tout à la fin du processus. Il en résulte que le pertuis de communication des deux noyaux-fils se trouve situé, non plus sur l'axe principal du noyau primitif, mais excentriquement, et contre sa surface. Ce pertuis, suivant que le sillon s'est plus ou moins étendu latéralement (c'est-à-dire suivant que sa courbe a été plus ou moins fermée), peut être circulaire ou ovale. Ou bien si, à un moment donné, la constriction a été plus rapide au centre que sur les bords du sillon, le pertuis a la forme d'un croissant. Dans ce cas, il est assez difficile à observer.

Il peut arriver que les noyaux-fils tendent à se séparer alors qu'ils communiquent encore; le sillon s'élargit alors (F, G) et l'on observe des figures d'aspect variable, suivant le stade où commença cet écartement, en forme, tantôt du cœur de carte à jouer, tantôt de rein, tantôt enfin, quand le pertuis est extrêmement réduit, comme une sorte de binocle. Du reste, l'autonomie des noyaux-fils se trouve réalisée par l'oblitération du pertuis.

Cette dernière anomalie (apparition latérale du sillon) parfois très fréquente, n'a pas encore été signalée, à ma connaissance, dans les épithéliums de revêtement normaux, alors qu'elle est presque constante dans d'autres éléments (cellules de Sertoli, etc.).

Enfin, dans aucune de ces anomalies, pas plus d'ailleurs que dans les amitoses normales dans les mêmes tissus, je n'ai pu apercevoir le centrosome.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La* rouille blanche *du tabac et la nielle ou maladie de la mosaïque.* Note de M. **Georges Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

En 1894, M. Prillieux et moi-même nous avons décrit succinctement une maladie du tabac que, sur la foi de notre correspondant, nous avons qualifiée de *nielle* [1]. En réalité, j'ai pu m'en assurer depuis, la maladie que nous avions en vue ne réalise pas le type de la nielle vraie, laquelle est identique à la maladie de la mosaïque, dont la cause est encore aujourd'hui incertaine, bien qu'elle ait fait depuis vingt ans l'objet de nombreuses controverses. Les études que je poursuis depuis près de deux ans me permettent de différencier la maladie étudiée par nous en 1894 de la nielle vraie et de la rapporter à une forme pathologique bien nette, appelée quelquefois en pratique la *rouille blanche du tabac*. La distinction entre la

---

(1) Prillieux et Delacroix, *Comptes rendus*, 1894, p. 668.

mosaïque et les taches de la rouille blanche a d'ailleurs été négligée aussi par un certain nombre d'auteurs qui se sont occupés de la question (Beijerinck, Marchal, Koning, Woods, Bouygues, etc.). La *rouille blanche* est d'origine bactérienne; la cause de la nielle ou maladie de la mosaïque est encore très incertaine et, malgré l'opinion d'Iwanowsky ([1]), il n'est pas établi d'une façon définitive qu'elle soit d'origine parasitaire et due à la présence d'une bactérie. Je serais plutôt disposé à accepter l'opinion opposée.

La nielle vraie, qui dans ses formes graves peut s'accompagner de déformations de la feuille (cloques), parfois aussi d'une atrophie variable du limbe (Woods, Iwanowsky), montre assez rarement ces formes en France, quoique j'en aie vu quelques spécimens en 1903 dans le Dauphiné. En France, comme ailleurs, le symptôme le plus commun est la présence sur le limbe de bigarrures en petites taches, les unes d'un vert foncé, les autres d'un vert très pâle. Le même symptôme se montre, au début également, dans la maladie décrite par nous en 1894, la rouille blanche. Mais, dans la nielle vraie, ce sont très généralement les feuilles les plus jeunes qui présentent les premières ce caractère de la maladie et la bigarrure s'étend le plus souvent à toute l'étendue du limbe; dans la rouille blanche, au contraire, les feuilles sont atteintes à l'état adulte, très rarement quand elles sont jeunes, et les bigarrures, de taille plus petite que dans la nielle vraie, sont plus discrètes et moins nombreuses. L'évolution des taches est, dans les deux cas, différente. Dans la nielle vraie, les taches pâles s'étendent de plus en plus sur le limbe au détriment des parties vertes. Bientôt la teinte s'uniformise, devient jaune grisâtre et la feuille se dessèche et meurt.

Les deux maladies, rouille blanche et nielle, sont toujours plus accentuées dans les années humides.

Dans la rouille blanche, la tache pâle ne tarde pas à se limiter en s'entourant d'une marge brunâtre de largeur un peu variable, légèrement proéminente; cette marge est manifestement d'origine subéreuse et elle a pour effet d'arrêter l'extension du parasite. En même temps, la macule centrale pâle dont le diamètre atteint généralement à peine 3^{mm}, blanchit de plus en plus et se dessèche, et l'on y rencontre des cellules souvent vides de tout contenu, figuré ou non, et remplies d'air. Exceptionnellement, à cet état, elles renferment quelques bactéries; mais, quand la tache de rouille blanche est jeune, quand le bourrelet subéreux n'est pas complètement formé, les cellules de la macule étant encore vivantes, on trouve dans ces cellules de nombreuses bactéries mobiles.

La chlorophylle disparaît progressivement des chloroleucites et j'ai lieu de penser

---

([1]) Iwanowsky, *Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze* (*Zeitsch. f. Pflanzenkrankheiten,* Vol. XIII, 1903, fasc. I).

que la sécrétion bactérienne qui amène ce résultat est sans doute une diastase oxydante. Si, en effet, on traite par l'alcool fort une culture de cette bactérie, qu'on filtre et reprenne par l'eau le résidu, ce dernier filtré à nouveau colore en jaune pâle la chlorophylle du tabac récemment préparée et privée de l'alcool par évaporation; et, le même liquide donnant à la teinture de gaïac une coloration bleue, on peut penser qu'il renferme une oxydase.

La bactérie de la rouille blanche se cultive facilement dans divers milieux. Le bouillon de veau est à peine coloré en jaune pâle; le voile à la surface du liquide est à peine apparent et les bactéries ayant cessé de se multiplier sont préciptées au fond en un dépôt blanc, filamenteux, légèrement visqueux par agitation. La gélatine est liquéfiée rapidement et en masse. Sur gélose, les colonies sont isolées, petites, opaques, arrondies, assez brillantes à la surface, d'un blanc qui est d'abord un peu crémeux, puis devient avec l'âge très légèrement bleuâtre. En devenant confluentes ces colonies isolées prennent des bords assez irréguliers.

La bactérie se colore par les procédés ordinaires; elle ne prend pas le Gram. Elle forme des éléments cylindriques, courts, d'environ $1^{\mu},5$ sur $0^{\mu},75$, le plus souvent isolés, quelquefois associés par deux, bien plus rarement par trois. Je n'ai pu y découvrir ni cils, ni spores. Un caractère assez spécial à cette bactérie, c'est l'odeur que présentent les cultures vieilles, surtout celles sur gélatine, qui se rapproche un peu de celle de la nitrobenzine, quoique plus faible et vire ensuite vers celle du tabac incomplètement brûlé dans une pipe. Cette bactérie est bien celle dont nous parlions sommairement dans notre Communication de 1894. L'infection a été réalisée sans difficulté de différentes manières, et, en particulier, en aspergeant les feuilles saines, *sans blessure,* avec une culture récente.

L'indication la plus importante du traitement consiste dans l'alternance suffisamment prolongée de la culture; on devra aussi éviter de porter au fumier les pieds atteints qui, ramenés sur le tabac, seraient sans doute capables d'y produire la rouille blanche.

La distinction précise entre la nielle ou mosaïque et la rouille blanche a été sans doute déjà faite par d'autres observateurs : Iwanowsky et Polowtzow distinguent, en effet, la mosaïque et le *Pockenkrankheit;* Sturgis, le *calico* et le *spotting*, qui semble identique au Pockenkrankheit, peut-être aussi à la rouille blanche. Enfin, O. Comes, d'après la doctoresse Francesca Pirazzoli, distingue la *bolla,* considérée comme la nielle des Français et le *mosaico*, qui répond à la rouille blanche. Il y a évidemment là une confusion dans l'acception donnée généralement à ces deux termes.

Aucun de ces auteurs n'a déclaré bactérienne cette maladie; comme je crois cette bactérie non décrite, je l'appellerai *Bacillus maculicola*.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale des conditions qui déterminent la pénétration des vapeurs de chloroforme dans le sang pendant l'anesthésie chloroformique, et de l'influence des variations de la ventilation pulmonaire sur cette pénétration.* Note de **M. J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

Il est actuellement admis par de nombreux physiologistes que la méthode de chloroformisation par les mélanges titrés d'air et de vapeur de chloroforme (méthode de P. Bert) offre une grande sécurité en vertu du principe physique suivant : Si l'on fait respirer à un animal un mélange titré d'air et de vapeur de chloroforme (7^g à 12^g de chloroforme pour 100^l d'air), cette vapeur se dissout dans le sang jusqu'à ce qu'elle y atteigne une tension équivalente à celle qu'elle possède dans l'air. Avec les mélanges titrés qui ne dépassent pas 12 pour 100, cet équilibre de tension correspondrait pour le sang à une dose de chloroforme anesthésique et non dangereuse qui ne pourrait être dépassée.

Les expériences que j'ai effectuées m'ont montré que cette conception est inexacte. Je démontrerai dans cette Note :

1° Que, pendant l'anesthésie avec des mélanges titrés variant de 7 à 12 pour 100, il ne peut pas s'établir d'équilibre de tension de vapeur entre le sang et le mélange anesthésique, *parce que cet équilibre correspond pour le sang à une dose de chloroforme qui dépasse la dose mortelle.*

2° Qu'il ne se produit à aucun moment d'équilibre stable entre les proportions de chloroforme contenues dans le sang et dans le mélange anesthésique pendant l'anesthésie avec des mélanges titrés.

3° Qu'il se produit un *équilibre variable* entre la vitesse de pénétration du chloroforme et sa vitesse d'élimination et que cet équilibre dépend principalement des modifications de la ventilation pulmonaire.

La constatation de ces faits peut être obtenue par deux voies différentes : 1° sur le sang *in vitro;* 2° sur l'animal vivant.

Expériences in vitro. — Dans un bain-marie à température constante de 38°,5 sont immergés jusqu'au goulot trois flacons d'une capacité de 1^l et dont l'ouverture est fermée par un bouchon de caoutchouc sur lequel sont ajustés un manomètre à mercure et un tube destiné à l'introduction du chloroforme. Un de ces flacons renferme seulement de l'air et les deux autres 100^{cm^3} de sang défibriné ou fluoré dans lequel

on a fait passer au préalable un courant d'air prolongé pour le mettre en équilibre de tension avec l'air extérieur.

L'un des deux flacons contenant le sang sert de témoin; on introduit dans le flacon contenant seulement de l'air une quantité de chloroforme suffisante pour élever la tension de l'air de 15^{mm} de mercure, soit une quantité de $82^{mg},6$. On en fait autant dans un des flacons contenant du sang et l'on s'assure que la tension reste constante à 15^{mm} de mercure après agitation du sang; le flacon témoin agité en même temps a dû conserver une tension invariable. Des quantités injectées respectivement dans chaque flacon, on déduit facilement la quantité de chloroforme fixée par le sang. Dans sept mesures successives, 100^{cm^3} de sang mis en contact avec un mélange titré à 8,26 pour 100 ont fixé : $98^{mg},8$, $97^{mg},7$, $98^{mg},8$, $104^{mg},1$, $92^{mg},7$, $74^{mg},2$, c'est-à-dire une proportion de chloroforme notablement supérieure à la dose mortelle qui serait voisine de $0^{g},05$ pour 100^{cm^3} de sang, d'après Gréhant et Quincaud. En présence d'un mélange titré à 10 pour 100, 100^{cm^3} de sang fixent environ $0^{g},12$ de chloroforme.

Donc, pendant l'anesthésie avec les mélanges titrés à 8 ou 10 pour 100, il ne s'établit pas d'équilibre de tension de vapeur entre le mélange et le sang, puisque la mort se produirait avant que l'équilibre soit atteint. On peut s'en rendre compte par un autre procédé qui ne nécessite aucune mesure.

On prélève 50^{cm^3} de sang artériel à un animal et l'on fait passer dans ce sang un mélange anesthésique à 8 ou 10 pour 100. Puis on tue l'animal par inhalation de chloroforme et l'on prélève 50^{cm^3} de sang artériel au moment de la mort. Si l'on agite ensuite ces deux échantillons de sang avec de l'air dans deux flacons hermétiquement bouchés et d'égale capacité, l'odorat permet de constater sans difficulté que le sang mis en contact avec le mélange à 8 pour 100 contenait plus de chloroforme que le sang prélevé sur l'animal.

Expériences sur l'animal. — La deuxième et la troisième proposition énoncée au début de cette Note sont établies par les faits suivants, qui sont constants et d'une constatation facile :

1° Pendant l'anesthésie d'un animal avec un mélange titré à 9 ou 10 pour 100, la pression artérielle subit des oscillations considérables qui sont l'indice de variations importantes dans la proportion de chloroforme contenue dans le sang;

2° Un mélange titré de 6 à 7 pour 100, qui n'est que très lentement ou incomplètement anesthésique pour le chien, devient rapidement et profondément anesthésique s'il survient une période de polypnée, ou si l'on détermine artificiellement pendant un temps très court cette polypnée par les pressions manuelles sur le thorax. La période d'excitation apparaît rapidement et la polypnée qui se continue naturellement détermine une

anesthésie profonde avec une chute souvent considérable de la pression artérielle.

3° Pendant l'inhalation d'un mélange titré à 4 pour 100, qui n'est pas du tout anesthésique dans les conditions normales de la respiration, une augmentation artificielle de la ventilation pulmonaire par des pressions sur le thorax détermine rapidement l'apparition de la période d'excitation et de la polypnée, et enfin l'anesthésie complète de l'animal.

Si, après une certaine durée de l'anesthésie, on provoque, pendant 2 ou 3 minutes, une polypnée artificielle par des pressions sur le thorax, on détermine une intoxication rapide et profonde avec chute énorme de la pression artérielle.

Ces faits, qui montrent l'impossibilité d'un équilibre stable entre les tensions de vapeur dans le sang et dans le mélange anesthésique, font en outre ressortir l'action importante de la ventilation pulmonaire sur la quantité de chloroforme fixée par le sang.

Je montrerai prochainement que les variations de la ventilation pulmonaire et notamment la polypnée de la période d'excitation sont la cause principale des accidents de la chloroformisation.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le pouvoir sécréteur du rein.*

Note de MM. **Henri Lamy** et **André Mayer**, présentée par M. Dastre.

La sécrétion urinaire a pour résultat la constitution d'un liquide moléculairement plus concentré que le sang, l'urine. Le rein accomplit donc un certain travail. Le lieu où s'accomplit ce travail, et le mode d'énergie qu'il met en jeu sont encore des sujets de controverse. Certains auteurs ont pensé qu'il s'agit surtout d'énergie mécanique (théorie de la filtration) ou d'énergie de concentration, d'énergie osmotique (théorie des membranes hémiperméables).

Pour eux, le travail s'accomplit au niveau des cellules rénales sans qu'elles y prennent une part active. D'autres auteurs croient à une intervention active des cellules, soit qu'elles utilisent d'une manière encore inconnue un mode d'énergie connu; soit même qu'elles mettent en jeu une énergie encore inconnue (théorie vitaliste).

Il nous a semblé qu'avant d'entrer dans ce débat il était nécessaire d'avoir des renseignements précis sur les conditions du travail rénal. La méthode générale que nous avons employée consiste à étudier simultanément

les variations de concentration, dans le sang et dans l'urine, des diverses substances sécrétées.

En particulier, l'étude faite à ce point de vue de la polyurie qui suit les injections intraveineuses de sucres peut apporter quelques éléments d'information.

I. On établit à travers un rein mort, extrait de l'animal, une circulation artificielle. On fait passer, à température et sous pression constantes, un liquide composé d'eau et de trois cristalloïdes en solution : chlorure de sodium, urée, glucose. On recueille les liquides qui s'écoulent par l'uretère et par la veine : à l'analyse, on trouve que ces liquides ont une composition identique à celle du liquide injecté.

Exemple : Circulation à travers un rein de chien prélevé sur l'animal encore vivant. Pression, $1^{m},50$. Température, 37° environ. Durée de la circulation : 4 heures. Quantité de liquide écoulé par la veine, 310^{cm^3}; par l'uretère 42^{cm^3}.

	Na Cl.	Urée.	Glucose.
Composition du liquide injecté...........	12 pour 1000	4,80	9,75
» » écoulé par la veine (portions passées pendant la première demi-heure, rejetées)..................	12 pour 1000	4,80	9,75
Composition du liquide écoulé par l'uretère.	12 pour 1000	4,78	9,79

Ainsi, l'expérience montre que sur le rein mort : 1° la concentration du liquide excrété est la même que celle du liquide injecté; 2° le rapport des concentrations des trois éléments injectés est invariable.

II. A un animal vivant, non anesthésié, on fait une injection intraveineuse d'une solution concentrée de glucose. La polyurie s'établit. On prélève alors, à des intervalles déterminés, une certaine quantité de sang. On recueille l'urine qui s'écoule entre les moments de ces prises. On cherche la concentration des sels, du sucre et de l'urée dans ces deux liquides aux divers moments.

Voici les résultats d'une de ces expériences (10 décembre 1904, chien griffon à poils ras, $18^{kg},200$.)

Temps en minutes.	Sang. Δ total.	Sang. Δ des sels.	Sang. Sucre p. 1000.	Urine. Quantité en cm³.	Urine. Δ total.	Urine. Δ des sels.	Urine. Urée p. 1000.	Urine. Sucre p. 1000.	Observations.
0^{m}	−0,57	−0,42	2,10	»	»	»	»	»	
25	»	»	»	16	−1,31	−0,86	10,00	0	Injection : 100^{g} glucose dans 100^{cm^3} d'eau.
30	−0,66	−0,38	14,33	72	−0,82	−0,32	2,30	30,90	
35	»	»	»	95	−0,72	−0,26	1,55	35,70	
50	−0,66	−0,37	8,75	191	−0,76	−0,24	0,47	38,00	
80	−0,62	−0,38	3,44	83	−0,98	−0,10	1,30	60,06	
155	−0,65	−0,42	3,98	»	»	»	»	»	

On constate qu'après l'injection, d'une part : 1° la concentration des sels dans le sang varie extrêmement peu; 2° la concentration du sucre y diminue d'une façon continue.

D'autre part : 1° la concentration moléculaire totale de l'urine est constamment supérieure à celle du sang; 2° la concentration des sels et de l'urée *diminue* d'une façon continue mais non parallèlement; 3° la concentration du sucre y *augmente* d'une façon continue.

De l'ensemble de ces expériences il résulte qu'au cours de la polyurie qui suit l'injection intraveineuse de sucres :

1° Les cellules rénales vivantes accomplissent un *travail actif*, puisque la concentration totale de l'urine est supérieure à celle du sang;

2° Les cellules rénales vivantes accomplissent un *travail électif*, puisque le travail de concentration porte seulement sur un des cristalloïdes, le sucre, et non sur les autres, sels et urée; au sens étymologique (*secernere*) la fonction rénale est une sécrétion;

3° Que ce travail électif est *variable*, puisque, en ce qui concerne le sucre, la différence entre les concentrations dans le sang et dans l'urine s'accroît du début à la fin de l'expérience. Par conséquent ce travail dépend *des conditions* de l'expérience. C'est l'étude des conditions qui déterminent ces variations qui peut nous faire pénétrer le mécanisme intime de la sécrétion urinaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude spectroscopique de l'oxyhémoglobine.* Note de MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, présentée par M. Roux.

I. Dans une Note précédente nous avons annoncé que du sang de cobaye, extrait des vaisseaux et immédiatement dilué dans l'eau distillée, montre, lorsqu'on l'examine au spectroscope à l'aide d'un tube de 20^{cm}, selon le mode opératoire de M. Étard, les bandes d'absorption ordinaires de l'oxyhémoglobine et en outre une bande moins intense dans le rouge. Les solutions d'oxyhémoglobine cristallisée de cheval donnent cette même bande d'absorption, qui, jusqu'à présent, n'avait jamais été signalée dans ces conditions; elle correspond à $\lambda = 634$, c'est-à-dire à la position assignée par Hoppe Seyler à la bande de la méthémoglobine.

Est-ce à dire qu'il existe de la méthémoglobine dans le sang frais dissous dans l'eau, ou dans les solutions de cristaux d'oxyhémoglobine? Ou bien, la bande dans le rouge appartient-elle au spectre de l'oxyhémoglobine? Seuls, des faits pourront nous répondre.

Nous ferons remarquer que la même bande est fournie par les cristaux

récemment préparés d'oxyhémoglobine de cheval, de porc, de chien et qu'écrasés entre deux lames de verre ils la montrent nettement, ce qui élimine l'idée d'une modification du pigment rouge par l'eau employée à la dissoudre. Examinés de la même manière, les cristaux d'oxyhémoglobine de cobaye ne nous ont pas permis d'apercevoir la bande $\lambda = 634$.

Aujourd'hui nous voulons signaler certaines particularités relevées au cours de nos expériences, notamment le déplacement ou la suppression de la bande dans le rouge sous l'influence de certains produits regardés comme ne causant aucune transformation de la matière colorante et employés journellement dans les manipulations du sang.

II. Le chlorure de sodium, un des sels les plus importants de l'organisme, joue un rôle très remarquable vis-à-vis de l'oxyhémoglobine. En solution à 8 pour 100, il supprime nettement la bande $\lambda = 634$ dans le rouge, réputée appartenir à la méthémoglobine et, dans certaines conditions de concentration, ce sel fait apparaître une fine bande $\lambda = 597$.

Le fluorure de sodium déplace la bande de 634 à 612, tous les fluorures alcalins produisent le même déplacement.

L'acide fluorhydrique en solution très étendue donne les mêmes résultats que ses sels alcalins. Nous avons remarqué en outre qu'il faut tenir compte de la concentration et de la température : à 38°, par exemple, la dose de fluorure de sodium, nécessaire au déplacement de la bande, n'est plus la même qu'à 20°, elle est devenue si faible que le fluor n'est plus décelable par le chlorure de calcium. Pour ces concentrations extrêmement faibles en fluorure les deux bandes 634 et 612 peuvent coexister, mais sont peu marquées; on renforce la bande 634 en ajoutant des cristaux d'oxyhémoglobine. Le chlorure de potassium, les iodure et bromure de sodium et de potassium n'ont pas d'action.

L'influence des fluorures est, comme nous l'avons montré, tout à fait prépondérante; si dans une solution salée d'oxyhémoglobine, dont le spectre ne présente plus que les deux bandes du vert, on ajoute une quantité suffisante de fluorure de sodium, la bande $\lambda = 612$ apparaît aussitôt.

L'inverse n'a pas lieu, le chlorure de sodium ne supprimant pas la bande caractéristique des fluorures lorsqu'elle est acquise.

Certains sels à réaction légèrement alcaline : phosphate et arséniate de soude en solution concentrée, donnent dans le rouge une plage obscure 600-606 à la place de la bande 634; enfin cette bande est renforcée par les sulfates alcalins et le sulfate de magnésie ajoutés en quantité insuffisante pour précipiter le pigment.

Les alcalis et le bicarbonate de soude à froid la suppriment; par contre

les acides en solutions étendues, l'acide acétique, l'acide carbonique même, la laissent subsister ou la font apparaître après l'action des alcalis.

Les sérums normaux, les sérums naturellement ou artificiellement hémolytiques, que nous devons à l'obligeance de MM. Martin et Nicolle, se sont comportés comme des solutions faiblement alcalines. L'albumine d'œuf diluée dans l'eau distillée atténue et peut même supprimer la bande $\lambda = 634$.

L'oxyhémoglobine cristallisée est donc sensible, au point de vue spectroscopique, à des substances chimiques que nous regardons, dans les

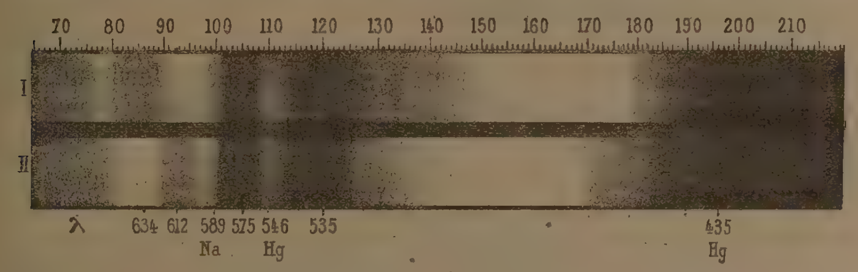


Fig. I. — Spectre de l'oxyhémoglobine cristallisée de cheval en solution dans l'eau pure (vue sous 20cm).
Fig. II. — » » » fluorée (vue sous 20cm).

conditions ordinaires, comme des corps inactifs à cause de leur grande stabilité en solution. Cette sensibilité se manifeste surtout par des variations déterminées dans la position de la bande dans le rouge, bande qui joue ainsi le rôle d'indicateur en se déplaçant dans cet espace du spectre, qui ne comprend pas moins de 25 divisions de notre micromètre (75-100).

Nous devons à l'extrême obligeance de M. P. Lambert de pouvoir présenter ici deux reproductions typiques de nos expériences prises parmi les remarquables clichés qu'il a bien voulu nous remettre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action des sels ammoniacaux sur la nitrification du nitrite de soude par le ferment nitrique.* Note de MM. **E. Boullanger** et **L. Massol**, présentée par M. Roux.

Les expériences entreprises jusqu'ici sur l'action des sels ammoniacaux sur le ferment nitrique ont été effectuées dans des milieux qui ne conviennent pas à ces études. Le milieu minéral de Winogradsky et Omeliansky contient, en effet, 1 pour 1000 de carbonate de soude calciné et quand on

introduit dans ce milieu du sulfate d'ammoniaque, il se produit du carbonate d'ammoniaque qui se décompose lui-même en donnant de l'ammoniaque. On ne peut donc pas savoir si l'action nocive observée sur le ferment nitrique provient du sel ammoniacal ou de l'ammoniaque libre. D'autre part, Winogradsky et Oméliansky ont établi que le carbonate de soude est indispensable pour la culture du ferment nitrique. Il est possible que les sels ammoniacaux soient sans action sur le ferment nitrique et que seuls l'ammoniaque libre et le carbonate d'ammoniaque qui en dégage sans cesse, gênent ce ferment. Cette idée a été émise récemment, mais sans démonstration expérimentale, par M. Löhnis.

Réduisons la dose de carbonate de soude dans le milieu de culture où nous ajoutons du sulfate d'ammoniaque. Il est clair qu'en diminuant la dose de carbonate de soude, nous diminuerons celle du carbonate d'ammoniaque formé, et, par suite, celle de l'ammoniaque libre.

Expérience. — 24 matras Pasteur reçoivent chacun 20^{cm^3} du milieu minéral Winogradsky et Oméliansky, mais sans carbonate de soude : nitrite de soude, 1^g; phosphate de potasse, $0^g,5$; chlorure de sodium, $0^g,5$; sulfate ferreux, $0^g,4$; sulfate de magnésie, $0^g,3$; eau distillée, 1000^{cm^3}. On ajoute à ce milieu des doses de carbonate de soude croissantes de $0^g,15$ à 1^g par litre. Après stérilisation, les matras sont divisés en trois séries : l'une, α, reçoit 1^{cm^3} d'eau distillée stérile (témoin); la deuxième, β, reçoit 1 pour 1000 de sulfate d'ammoniaque sous la forme de 1^{cm^3} d'une solution stérile à 2 pour 100; la troisième, γ, reçoit 2 pour 1000 de sulfate d'ammoniaque sous la forme de 1^{cm^3} d'une solution stérile à 4 pour 100. Tous les matras sont alors ensemencés avec $\frac{1}{5}$ de centimètre cube d'une culture pure de ferment nitrique. Le Tableau suivant indique la durée des nitrifications :

Doses de carbonate de soude.	Série α.	Série β.	Série γ.
1^g pour 1000	6 jours	incomplète	manque
0,75 »	5 »	id.	id.
0,5 »	5 »	30 jours	id.
0,4 »	5 »	10 »	11 jours
0,3 »	5 »	7 »	10 »
0,25 »	5 »	5 »	5 »
0,20 »	4 »	5 »	6 »
0,15 »	7 »	5 »	7 »

Cette expérience permet de tirer les conclusions suivantes : 1° *La dose de* 1 *pour* 1000 *de carbonate de soude n'est pas nécessaire au ferment nitrique ; cette dose peut descendre sans inconvénient à* $0^g,2$ *pour* 1000 *dans le milieu Winogradsky et Oméliansky complet.* 2° *Si la dose de carbonate de soude dans ce milieu n'est pas supérieure à* $0^g,25$ *par litre, la durée de transformation du*

nitrite par le ferment est indépendante de la présence ou de l'absence de sulfate d'ammoniaque. 3° *L'action nocive observée par Winogradsky et Oméliansky dans le milieu ordinaire provient de l'ammoniaque libre mise en liberté par la dose de* 1 *pour* 1000 *de carbonate de soude, et le sel ammoniacal ne gêne pas la nitrification nitrique si le milieu ne contient pas de substances capables de déplacer l'ammoniaque en quantités suffisantes pour empêcher le développement du ferment nitrique.*

Nous étudions les conséquences de ces faits sur la vie symbiotique du ferment nitreux et du ferment nitrique et sur la théorie de la nitrification.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la* maladie *des jeunes chiens.* Note de M. H. Carré, présentée par M. Roux.

La lecture des nombreux travaux concernant l'étiologie de cette affection, les résultats négatifs ou peu probants de l'inoculation des divers microbes décrits comme agents spécifiques de la *maladie*, la comparaison de certaines des lésions de celle-ci avec celles que l'on constate parfois au cours de l'évolution des maladies provoquées par des microbes ultra-microscopiques passant à travers les filtres, m'ont engagé à reprendre l'étude bactériologique de la *maladie des chiens.*

Tout au début de celle-ci, le jetage nasal est fréquemment virulent. La virulence de ce produit est parfois très grande : inoculé à la dose de 2 gouttes à un jeune chien, il amène la mort en 5 à 6 jours, *sans lésions au point d'inoculation.*

La filtration, sur bougie très poreuse, du jetage dilué dans de l'eau stérilisée, fournit un liquide qui, largement ensemencé en différents milieux, se montre stérile. Cependant, ce liquide, inoculé à de jeunes chiens, provoque l'évolution de troubles morbides fort intéressants.

Au bout de 4 jours la température monte; elle atteint rapidement 40° à 40°,5 et se maintient élevée pendant 2 à 3 jours. L'animal ne tarde pas à présenter un coryza plus ou moins intense, les yeux sont pleureurs, les larmes sont souillées de pus. L'inflammation envahit plus ou moins rapidement et avec une intensité variable les voies respiratoires profondes. Enfin, après 6 à 10 jours, de magnifiques pustules se montrent sous l'abdomen, aux aines, aux cuisses, aux aisselles.

Le jetage, de séreux ou séro-purulent qu'il était, devient muco-purulent; l'animal maigrit considérablement et finalement meurt de broncho-pneumonie.

Cette expérience a été répétée plusieurs fois avec succès.

Suivant l'âge et la race du chien et, probablement aussi, suivant la quantité de filtrat inoculée, la réaction à la suite de l'inoculation est plus ou moins vive.

L'élévation thermique ne fait jamais défaut; le coryza et l'éruption de pustules sont fréquents; la terminaison fatale est exceptionnelle.

L'inoculation du sang défibriné d'un animal infecté par le filtrat à un animal neuf lui donne de la fièvre, du coryza et des pustules. Ce même sang, largement ensemencé en différents milieux, ne donne aucune culture.

Toutes ces expériences ont été réalisées dans des conditions d'isolement si parfaites que les résultats m'autorisent à penser que le virus de la maladie des chiens rentre dans le cadre des microbes filtrants.

GÉOLOGIE. — *Sur une coupe géologique du Haut-Atlas, dans la région du Glaoui (Maroc).* Note de M. **Paul Lemoine**, présentée par M. A. de Lapparent.

Thomson [1], qui avait parcouru tout le versant nord du Haut-Atlas marocain, avait laissé des notes géologiques, publiées après sa mort; il s'y trouve une coupe de la région du Glaoui. J'ai parcouru à nouveau la région en automne 1904; j'ai pu compléter et modifier la coupe de Thomson.

Je rappellerai d'abord que, dans toute cette région, il n'a pas été trouvé encore de fossiles. Les déterminations d'âge sont donc toutes provisoires et très conventionnelles; elles reposent sur les analogies de facies avec l'Algérie où les fossiles sont d'ailleurs rares (Trias) ou absents (Permien).

On trouve d'abord à Tazert et dans le Touggana des couches d'argiles, de grès rouges et de conglomérats où s'intercalent des roches éruptives vertes et des bancs de calcaires, dépourvus de fossiles à l'examen macroscopique et microscopique. Ces couches (Trias) sont disposées suivant des anticlinaux, dirigés sensiblement est-ouest; en beaucoup de points, ces anticlinaux sont très aigus, de sorte que les bancs de calcaire sont presque verticaux (Tazert). L'axe de l'un de ces anticlinaux est occupé par la vallée de l'oued Imin Zat, en amont de Dar el Caid Mesfiona (Souq el Tlatta).

Dans la vallée de l'Oued Rdat, en amont de Quantra el Abid, on trouve ensuite des grès rouges et des marnes blanches en couches à peu près horizontales; plus loin, en amont de Zerekten, ces grès sont, au contraire, fortement redressés et se présentent en bandes presque verticales, plongeant vers le nord et affleurant suivant des horizontales sensiblement est-ouest. Ces grès sont identiques d'aspect à ceux que j'ai vus aux environs d'Asni (vallée de l'Oued Reraia), que von Fritsch appelle les *grès de Wansero* et que Suess rattache aux grès permiens d'Algérie.

Entre Zerekten et Souq el Gourgah, se substituent brusquement à ces grès, sans qu'on puisse voir le contact, des schistes verts (*Schistes de Tislit*), puis noirs (*Schistes*

---

(1) J. Thomson, *The geology of Northern Morocco and the Atlas mountains* (*Quart. Journal*, t. LV, mai 1889, p. 190-212; p. 200, *fig.* 2).

de Tioulou), qui se prolongent jusqu'au col Tizin Telouët. Je n'y ai trouvé aucun fossile; les derniers sont identiques d'aspect aux schistes du nord de Moulay Brahim où Balansa a trouvé des plantes fossiles que Pomel rapporte être du Culm; on doit les rapprocher des schistes et calcaires que Brives a signalés dans le Haut Goundafi et qu'il considère comme d'âge carbonifère, sans preuve publiée d'ailleurs.

Ces schistes sont affectés de plissements de direction sensiblement nord-sud; ils plongent vers l'ouest ou vers l'est; on sait que Brives a signalé le même fait dans le Goundafi où les plis ont une direction N. 20° E.

Par contre les grès rouges et les poudingues (Permien ?) qui viennent au-dessus du col Tizin Telouët et constituent le versant méridional du Haut-Atlas, plongent nettement vers le sud et ne présentent aucune ondulation de direction approximativement nord-sud. Ils montrent, au contraire, dans la vallée de Telouët des plis faibles qui laissent apparaître des couches gypsifères et salifères (Trias) et dont la direction est parallèle à celle de l'Atlas en ce point, c'est-à-dire à peu près N.-E.-E.

Tandis qu'au Djebel Hadid (1) le phénomène de plissement s'est produit sur le même emplacement et dans le même sens, depuis l'époque triasique jusqu'à l'époque actuelle, dans le Haut-Atlas marocain l'on peut mettre en évidence deux séries de plis superposés.

Les uns affectent les couches primaires et sont dirigés sensiblement N. 20° E. (presque exactement nord-sud dans le Glaoui); ce sont les plis de la chaîne hercynienne; ils ont été signalés par Th. Fischer au nord du Tensift, par Brives dans le Goundafi et jusque dans l'Anti-Atlas. Les autres, parallèles à la chaîne, avaient frappé Thomson; mais Brives, qui avait noté l'existence de grandes failles à peu près est-ouest, avait nié l'existence de ces plis : « L'Atlas n'est donc pas une chaîne de plissements. La chaîne réelle existe, elle a pour orientation celle des plis (N. 20° E.) » (2). Contrairement à cette assertion, je reconnais des plis parallèles à la chaîne et affectant les couches plus récentes (Permien, Trias, Crétacé). Ces plis paraissent pouvoir être considérés comme le prolongement de ceux que mettent en évidence, dans la haute vallée de la Moulouya, les impressions et les croquis de de Foucault, les indications de de Segonzac et l'étude de ses matériaux faite par Ficheur.

Les points où, sur la surface du globe, des plis récents se superposent à des plis anciens de direction différente semblent assez nombreux quoique encore mal étudiés. Les plus connus sont les Sudètes et la vallée du

---

(1) Paul Lemoine, *Sur la constitution du Djebel Hadid* (*Maroc occidental*) (*Comptes rendus*, 6 janvier 1905, p. 393-394).

(2) A. Brives, *Aperçu géographique et géologique sur le grand Atlas marocain* (*Bull. Soc. Géogr. d'Alger*, 4e trim. 1904, p. 550-557; p. 555).

Guadalquivir. Là, comme l'a indiqué Suess, et le même phénomène paraît s'être produit dans l'Atlas, « ce n'est pas la direction des anciens plis, mais la direction de leur bord fracturé, qui détermine l'allure des plis postérieurs plus récents ».

Il reste à déterminer jusqu'à quel point les poussées tangentielles qui ont déterminé ces plis récents ont remanié les plis anciens, dans quelles conditions tectoniques de détail se fait la superposition des deux sortes de plis et quel rôle prédominant y a joué le Trias, argileux, gypseux et salifère.

PALÉONTOLOGIE. — *Examen des fossiles rapportés du Yunnan par la mission Lantenois.* Note de M. **H. Mansuy**, présentée par M. de Lapparent.

M. Lantenois, ingénieur en chef des Mines, fut chargé, en 1903, par le Gouvernement général de l'Indo-Chine, d'une mission d'études géologiques et minières se rattachant au choix du tracé de chemin de fer de Lao-Kay à Yunnan-Sen.

Au cours de cette exploration (sept. 1903-janv. 1904) accomplie avec la collaboration de MM. Counillon, du Service géologique, Bourguignon, capitaine d'artillerie coloniale, de Batz, officier topographe, de nombreux fossiles, à la recherche desquels nous avons participé, furent recueillis.

M. Lantenois a bien voulu nous en confier la détermination. Nous avons effectué cette étude sous la direction de M. Douvillé, au laboratoire de l'École des Mines. Nous avons pu reconnaître les niveaux suivants :

1° *Cambrien inférieur.* — Schistes argilo-sableux de Lou-Fon-Tsen, de Tchin-Tcha-In et de I-Léan-Chien (N.-N.-E. de Yunnan-Sen).

Olenellus (*Mesonacis*), nov. sp. Cette espèce rappelle par sa forme *Mesonacis asaphoides*, mais ne présente qu'une épine sur l'un des derniers anneaux du thorax; *Lingulella, Obolella, Discina.* Ce niveau se rattache, par la présence du genre *Mesonacis,* au Cambrien inférieur des États-Unis, ainsi qu'à l'horizon à *O.* (*Mesonacis*) *Mickwitzi,* de la Russie orientale.

2° *Dévonien inférieur.* — Calcaire de La-Ngi-Tsin, au sud de Lou-Nan :

Pterinea lineata.

3° *Dévonien moyen.* — Environ cinquante espèces provenant de nombreuses localités; nous citerons :

Bellerophon striatus, Murchisonia bilineata, M. angulata, Strophalosia produc-

toides, Orthis striatula, Spirifer undiferus, S. (Nucleospira) Takwanensis, Rhynchonella procuboides, ces deux dernières espèces déjà signalées au Yunnan et au Se-Tchouen par Richthofen ; *Pentamerus galeatus, Stringocephalus Burtini, Atrypa explanata, A. desquamata, A. aspera, Carterina,* sp.?, voisin de *Carterina pyramidata,* plus récent, des calcaires à *Productus* de l'Inde ; *Cyathophyllum* cf. *helianthoides, Cyathophyllum* cf. *Rœmeri, Cystiphyllum* cf. *americanum, Pachypora,* etc.

L'analogie de cette faune importante avec celle des assises à *Stringocephalus Burtini* de l'Oural a été déjà établie par M. Douvillé (*Comptes rendus,* 26 février 1900, mission Leclère).

4° *Dévonien supérieur.* — Calcaires roses de Si-Tché-I :

Paradoceras, cf. *globosum.*

Calcschistes, entre I-Leang et Lou-Nan :

Spiriferina cristata, Retzia radialis, Terebratula linguata; ces espèces viennent s'ajouter à celles déjà citées de la même localité (mission Leclère).

5° *Carboniférien.* — Calcaires et calcschistes de Eul-Long-Si-Chou, Lo-Chou-Tong, etc.

Orthotetes crenistria.

6° *Carboniférien supérieur.* — Calcaire de Kouen-Iang, au sud du lac de Yunnan-Sen :

Spirifer mosquensis, atteste le synchronisme du calcaire de Kouen-Iang avec le Carboniférien du Tonkin (Douvillé, *Bull. Soc. géol. France,* avril 1886). De I-Léang Chien, *Campophyllum.* Environs de Tong-Hai, *Fusulina,* cf. *Kattaensis* du groupe des fusulines subcylindriques des calcaires à *Productus* de l'Inde.

7° *Permien moyen* ou *supérieur.* — Fossiles silicifiées, dégagés, de Lou-Me-I, près Lou-Nan :

Spirifer Blasii Vern., identique au spécimen figuré dans *Russia,* Pl. VI.

Camarophoria globulina Phill., du permien d'Europe et du calcaire à *Productus* moyen de Jabi et de Chidru (Indes). *Hemiptychina* cf. *sparsiplicata,* du calcaire à *Productus* moyen de Katta. Le *Spirifer Blasii,* nous montre que les nombreuses similitudes paléontologiques reconnues dans la plupart des termes de la série primaire, entre les terrains synchroniques de la Russie et de l'Extrême-Orient, se sont manifestées jusqu'à la fin de la période paléozoïque.

8° *Trias supérieur.* — Marnes vertes de Tse-Tchou, près A-Mi-Tchéou :

Protrachyceras Thous Dittmar, du niveau à *Trachyceras austriacum,* étage carnien.

Schistes argileux, entre A-Mi-Tchéou et Ni-Ou-Ké; calcaire près Koa-Tien :

Trachyceras Suessi Mojs.

Point situé à 7^{km} S.-S.-E. de A-Mi-Tchéou :

Trachyceras Tibeticum Mojs., du carnien de Rimkin Paiar.

De La-Ni-Pé :

Daonella indica Bittner.

Le trias supérieur des environs de A-Mi-Tchéou renferme ainsi des espèces du calcaire de Hallstadt et de l'étage carnien de l'Inde.

9° *Tertiaire*. — Les terrains tertiaires sont localisés dans des cuvettes lacustres, dont l'origine est peut-être attribuable à des phénomènes d'effondrement. A Pou-Tchao-Pa, les schistes subordonnés aux lignites nous ont donné des *Planorbis* et des *Paludina*, fréquemment écrasés et que nous n'avons pu identifier. A Mi-La-Ti, les couches de combustible renferment des *Tylotoma*, qui établiraient la contemporanéité de ce gisement avec les lignites de Yen-Bay, au Tonkin.

La présence de grands amas de coquilles de *Paludina* (*Margaria*), dans les argiles de décalcification, à plus de 50^m au-dessus du lac de Tong-Haï, laisserait supposer que le niveau des lacs du Yunnan se serait maintenu, pendant l'époque quaternaire, à une altitude beaucoup plus considérable qu'à l'époque actuelle.

En résumé, l'étude des nombreux fossiles recueillis par M. Lantenois confirme les analogies reconnues antérieurement entre les faunes primaire et secondaire de la région indo-chinoise et les faunes synchroniques de l'Inde et de l'Asie centrale. L'intéressante découverte de Trilobites du genre *Olenellus* nous montre, d'autre part, que, dès les temps cambriens, la vie animale revêtait déjà des formes presque identiques, en Extrême-Orient, dans l'Europe orientale et en Amérique; de plus, nous constatons que cette ressemblance a persisté avec l'Europe pendant toute la durée de l'ère primaire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le cercle de Bishop de la Montagne Pelee de la Martinique*. Note de M. F.-A. Forel.

J'ai déjà entretenu deux fois l'Académie ([1]) de l'apparition nouvelle en 1902-1903 de la couronne circumsolaire que nous avons appelée *cercle de Bishop*, en 1884, quand elle avait été observée, pour la première fois, à la suite de l'éruption du Krakatoa ([2]). Cette réapparition d'un cercle de dif-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 380 et t. CXXXVIII, 1904, p. 688.

([2]) *Comptes rendus*, t. C, 1885, p. 1132.

fraction a été attribuée, par moi et par tous les physiciens qui s'en sont occupés, à des cendres projetées dans la haute atmosphère par les éruptions volcaniques des Antilles, Montagne Pelée de la Martinique et Soufrière de Saint-Vincent, en mai 1902.

Cette seconde manifestation du cercle de Bishop a été signalée par des observateurs isolés depuis l'été de 1902; elle est devenue bien évidente et de constatation continue depuis les premiers jours d'août 1903; elle a diminué d'intensité vers la fin de l'hiver; elle est devenue rare et espacée au printemps et a disparu vers le milieu de juillet 1904.

Parmi les nombreuses observations dont je dispose, je choisis, pour donner une idée de ses allures, celles de M. Richard Fink, le savant météorologiste de la station du Saint-Gothard, qui sur ma demande, depuis septembre 1903, surveille, à 2114^m d'altitude, les apparitions du cercle de Bishop. Il l'a reconnu :

1903.	Septembre.....	20 jours	1904.	Mars..........	2 jours
	Octobre.......	16 »		Avril..........	1 »
	Novembre.....	16 »		Mai............	1 »
	Décembre.....	10 »		Juin...........	0 »
1904.	Janvier........	14 »		Juillet..........	1 »
	Février........	9 »		Août...........	0 »

D'accord avec ceux de mes collègues qui ont suivi cette observation, je fixe à la fin de juillet 1904 la fin de l'apparition du cercle de Bishop de la Montagne Pelée.

Le phénomène a duré un peu plus de 2 ans; il avait duré 3 ans après l'éruption du Krakatoa.

Comme pour celui du Krakatoa, le phénomène, après avoir été d'apparition continue, est devenu, à sa fin, intermittent et discontinu. Nous traduisons ces faits en supposant que les cendres volcaniques projetées dans la haute atmosphère, au-dessus de la région des pluies et des neiges, se sont étalées en un anneau d'abord continu, un anneau de Saturne terrestre, qui plus tard s'est divisé en nuages isolés, discrets, promenés par les courants supérieurs successivement sur les divers méridiens du globe.

Donc, le phénomène a cessé d'être visible en juillet 1904. Mais dans l'automne de la même année on l'a vu reparaître. M. E. Bosshardt, dessinateur de panoramas alpins, à Winterthur, dans ses ascensions au Tödi, à plus de 3000^m d'altitude, l'a reconnu les 5 et 15 octobre. M. le professeur Mercanton, de Lausanne, l'a vu au Saint-Bernard, 2470^m, le 5 novembre; à Champéry, 1050^m, le 6 décembre; à Anzeindaz, 1900^m, le 18 décembre, et maintes fois encore pendant l'hiver, jusqu'au 5 janvier 1905, dernière observation utilisable. M. G. Maier, de Zurich, l'a vu sur le Righi, 1800^m, le 20 octobre. M. le Dr E. Sarasin, de Genève, l'a vu de son chalet de la Faucille, 1300^m, le 20 novembre. En plaine, M. le Dr J. Maurer l'a vu de Zurich, le 4 décembre; moi-même de Morges, du 8 au 12 décembre.

Enfin M. R. Fink l'a noté au Saint-Gothard, du 1er au 4 octobre, les 2, 5, 14, 15, 19,

20 novembre, le 18 décembre et jours suivants, les 2, 3, 9, 14, 20, 22, 25, 30 janvier 1905.

Donc, nouvelle apparition du phénomène. A-t-elle des relations avec celle de 1902-1904? Est-ce un autre anneau de poussières, dû peut-être aux éruptions des volcans de l'Islande, d'avril 1904? Je n'ai pas encore les éléments de réponse à ces questions.

Mais je constate que le phénomène du cercle de Bishop est relativement fréquent : trois apparitions, d'une durée totale de près de 6 ans, dans les vingt dernières années. Je constate que, s'il est difficilement visible de la plaine, il est d'observation facile pour ceux qui, sur la montagne, sont au-dessus des couches poussiéreuses des basses régions.

Les relations probables du phénomène avec les éruptions volcaniques riches en cendres rendent son observation intéressante; il serait utile qu'elle fût suivie avec attention. Ce ne sont que les observatoires de montagne qui peuvent le faire avec succès; donc il est urgent que ces instituts y consacrent une partie de leur activité.

Je me permets donc de demander aux observatoires de montagne :

1° D'admettre dans leurs tableaux d'observations une colonne intitulée : *cercle de Bishop;*

2° D'inscrire dans cette colonne :

de 1 à 5, les notes d'apparition plus ou moins évidente de la couronne,

0, l'absence de la couronne, les conditions étant favorables,

?, les jours où l'observation n'est pas possible;

3° Dans le cas d'une nouvelle apparition du cercle de Bishop, qu'ils avertissent immédiatement tous leurs collègues des observatoires de montagne, afin que l'étude soit faite simultanément et avec ensemble.

M. P. Etges adresse une *Contribution à l'étude des rayons* N.

M. E.-S. Bellenoux adresse une Note *Sur la culture de la Pomme de terre.*

La séance est levée à 4 heures et quart.

M. B.